Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Henri François Von Buren

ANÁLISE DE ACIDENTES COM GUINDASTES MÓVEIS UTILIZANDO O MÉTODO FRAM (*FUNCTIONAL RESONANCE ANALYSIS METHOD*)

Rio de Janeiro
2013

UFRJ

Henri François Von Buren

ANÁLISE DE ACIDENTES COM GUINDASTES MÓVEIS UTILIZANDO O MÉTODO FRAM (*FUNCTIONAL RESONANCE ANALYSIS METHOD*)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, Prof. D.Sc.

Rio de Janeiro
2013

von Buren, Henri François.
Análise de acidentes com guindastes móveis utilizando o método FRAM (*Functional Resonance Analysis Method*)
/ Henri François Von Buren. – 2013.
372 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2013.

Orientador: Paulo Victor Rodrigues de Carvalho

1. Modelos de Investigação de Acidentes. 2. Engenharia de Resiliência. 3. Acidentes em Sistemas Sociotécnicos Complexos. 4. Método de Análise de Ressonância Funcional. I. Carvalho, Paulo Victor (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Mestrado.

UFRJ

ANÁLISE DE ACIDENTES COM GUINDASTES MÓVEIS UTILIZANDO O MÉTODO FRAM (*FUNCTIONAL RESONANCE ANALYSIS METHOD*)

Henri François Von Buren

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Paulo Victor R. de Carvalho, Prof. D.Sc.

Aprovada pela Banca:

____

Presidente, Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D.Sc, UFRJ

____

Prof. Isaac José Antonio Luquetti dos Santos, D.Sc, UFRJ

____

Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc, UFRJ

____

Prof. Cláudio Márcio Abreu Pereira, D.Sc, UFRJ

Rio de Janeiro
2013

Dedico essa dissertação aos meus filhos Michel Claude, Patrick Albert e Michael Philippe como fonte de inspiração para os seus estudos nesta árdua e longa jornada em busca do conhecimento. O título de Mestre em Engenharia Naval de vosso bisavô, Carlos Alberto Leitão Fontes Ferreira, pelo Massachussetts Institute of Technology - MIT em 1945, cujo diploma é orgulhosamente exposto com o merecido destaque acima do diploma de Engenheiro Civil pela École Polytechnique Fédérale de Lausanne – EPFL, obtido por vosso pai em 1993, foi o precursor desta verve acadêmica em nossa família.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas contribuíram direta e indiretamente para a idealização e realização de mais uma etapa da minha vida. Algumas delas.....

...ao Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho: não somente pela orientação valiosa, mas pela paciência e palavras de incentivo;

... ao pessoal do PEA, instituição que aprendi a admirar, especialmente a Prof.ª Claudia Vaz Morgado e o Prof. Assed Naked Haddad;

... a todos os meus colegas do PEA, em especial ao Gustavo, Thomas e Diogo;

... ao CEO da SKANSKA Sebastian Martin, por apoiar e investir na materialização do meu sonho;

... ao Diretor de Operações da SKANSKA Valdir Varella, por estar sempre ao meu lado desde o dia em que nos conhecemos;

... aos irmãos Jorge Santana e Abel Arantes Martins, por me incentivarem a leitura;

... ao amigo de sempre DSc. Carlos de Souza Almeida, minha referência acadêmica;

... ao meu tutor na área de Segurança do Trabalho, José Kléber Belo Aragão, sem o qual nada disso teria acontecido;

... a minha mãe Luiza Victoria Fontes Ferreira (*falecida*), de quem eu sinto uma falta que só Deus sabe;

... ao meu pai Michel Claude Von Buren (*falecido*), que sempre insistiu na minha formação, desenvolvendo desta forma os alicerces da minha carreira profissional;

... ao pessoal do QSMA da SKANSKA, que tornam o dia a dia mais alegre, em particular o Marcus Lázaro, meu anjo guardião;

... a Viviane, minha esposa maravilhosa, pelo amor e apoio incondicional;

e por último na lista, mas em primeiro lugar em tudo, sempre,

... a Deus que me abriu todas as portas.

“Read not to contradict and confute; nor to believe and take for granted; nor to find talk and discourse; but to weigh and consider”.

Francis Bacon
(Essays) 1625

“It is the dilemma of safety management and risk assessment that we inadvertently create the problems of the future by trying to solve the challenges of the present with the mindset (models, theories and methods) of the past.”

Erik Hollnagel

RESUMO

VON BUREN, Henri François. **Análise de acidentes com guindastes móveis utilizando o método FRAM (*Functional Resonance Analysis Method*).** Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

As estatísticas de acidentes de atividades de movimentação de cargas com guindastes móveis têm mostrado que os acidentes graves ocorrem constantemente na indústria da construção pesada. Em particular tombamento do guindaste está diretamente relacionado à conseqüências, como mortes, ferimentos e perdas financeiras. Esta pesquisa propõe o uso de novos métodos de análise de acidentes na investigação de acidente com guindastes móveis. O objetivo é mostrar como usar modelos sistêmicos desenvolvidos para sistemas sociotécnicos complexos, de acordo com os princípios Engenharia de Resiliência, em vez dos tradicionais modelos lineares de acidentes que normalmente são utilizados. A metodologia foi baseada na comparação da análise de um acidente envolvendo o tombamento de guindaste de 50 toneladas utilizando um método linear tradicional com o Método de Análise de Ressonância Funcional - FRAM. No FRAM o foco da modelagem é sobre a natureza das atividades diárias, em vez de sobre a natureza das falhas. Seu objetivo é construir um modelo de como as coisas acontecem por meio de funções que descrevem um sistema, em vez de investigar o que acontece quando um acidente ocorre em termos de um modelo pré-definido. O método tradicional concluiu que a falta de experiência do operador e as violações de procedimentos causaram o tombamento do guindaste. A análise FRAM descobriu que diversas funções estavam por trás da instabilidade de todo o sistema. O modelo sistêmico forneceu novas recomendações de segurança à partir dos acoplamentos e dependências observadas entre as funções, indo além na análise de segurança, proporcionando novas oportunidades para o aprendizado organizacional.

Palavras-chave: 1. Modelos de Investigação de Acidentes. 2. Engenharia de Resiliência. 3. Acidentes em Sistemas Sociotécnicos Complexos. 4. Método de Análise de Ressonância Funcional.

ABSTRACT

VON BUREN, Henri François. **Análise de acidentes com guindastes móveis utilizando o método FRAM (*Functional Resonance Analysis Method*).** Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Accident statistics in lifting loads activities with the use of mobile cranes have shown that major accidents are constantly occurring in the heavy building industry. The tip over of cranes is directly related to consequences such as fatalities, serious injuries and financial losses. This research proposes the use of new accident analysis methods to be applied in the mobile crane accident investigation. The objective is to show how to use systemic models developed for complex sociotechnical systems in accordance with the Resilience Engineering principles instead of the traditional linear accident models which are normally used worldwide, indicating how different are the conclusions and recommendations of their investigation reports. The methodology adopted in this research was based on the comparison of analysis of one major crane accident using a traditional linear method against a systemic method, namely the Functional Resonance Analysis Method - FRAM. In the FRAM the focus is on the nature of everyday activities rather than on the nature of failures. Its purpose is to build a model of how things happen using functions to describe a system instead of interpret what happens when an accident occur in terms of a predefined model. The linear analysis method concluded that the operator´s lack of experience and the procedures violations caused crane tip over; the FRAM analysis found that many functions were involved in the event, some in foreground others in background, and the variability of performance of some of those was behind the instability of the whole system, not just a human “error”. The systemic model can provide complementary observations to improve the system’s safety looking at couplings and dependencies between the functions and to go further in the safety analysis without decomposing systems and being dependent of the notion of causality, providing more opportunities to the organizational learning

Keyword: 1 Accident Investigation Models. 2. Resilience Engineering. 3. Accidents in Complex Sociotechnical Systems. 4. Functional Resonance Analysis Method

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS E QUADROS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A implantação de uma planta industrial é geralmente dividida nas seguintes etapas: projeto básico de engenharia, planejamento, projeto de detalhamento de engenharia, suprimentos, construção e montagem, pré-operação, testes e operação.

A montagem industrial, ou montagem eletromecânica, corresponde à etapa final de qualquer programa de implantação, ampliação ou reforma de uma instalação industrial e é executada habitualmente, após a conclusão das obras de construção civil. Suas atividades básicas são compostas por:

> Recebimento e armazenagem dos equipamentos e materiais a instalar; transporte destes equipamentos e materiais para os locais de montagem; montagem de estruturas metálicas; assentamento de equipamentos mecânicos e elétricos sobre suas bases; interligação mecânica, hidráulica, elétrica e de instrumentação, entre estes equipamentos; execução de testes individuais e de conjunto de equipamentos e linhas instalados. (FERNANDES, 2009)

A relevância deste segmento da construção na economia brasileira, onde o surgimento de novos projetos no setor de óleo e gás é notável, reforça a necessidade da criação e desenvolvimento de novas práticas de gestão de segurança no trabalho objetivando minimizar os riscos relacionados à segurança e a saúde do trabalhador.

Em particular, no caso dos acidentes do trabalho em instalações industriais, desde meados dos anos 80 foram desenvolvidas novas abordagens e técnicas mais modernas voltadas para sistemas complexos que, todavia ainda não são empregadas pela indústria. Métodos estes, que permitem apontar diversos mecanismos subjacentes por trás da ocorrência de acidentes em sistemas sociotécnicos complexos tais como refinarias, plantas químicas, dentre outros. A Engenharia de Resiliência (HOLLNAGEL; WOODS; LEVENSON, 2006) como abordagem e o Método de Análise de Ressonância Funcional - FRAM (HOLLNAGEL, 2004, 2012a) serão objetos de estudo desta dissertação para verificação de sua aplicabilidade à construção e montagem eletromecânica dentro de instalações industriais.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo geral

Contribuir para melhoria do aprendizado organizacional por meio da atualização dos processos de análise de acidentes e verificar a aplicação dos conceitos da Engenharia de Resiliência e as vantagens dos modelos sistêmicos para análise de acidentes no âmbito da construção e montagem industrial, do qual o método FRAM (HOLLNAGEL, 2004, 2012a) é representante. A Engenharia de Resiliência, parte do princípio que a variabilidade no desempenho é, no contexto dos sistemas sociotécnicos complexos, um recurso inevitável para garantir o funcionamento de uma organização, e que pode, ao mesmo tempo em que garante este funcionamento, ser prejudicial para a segurança dos sistemas, quando combinada de maneira indesejável e inesperada (MACCHI, 2010).

1.2.2 Objetivos específicos

a) Identificar os conceitos da Engenharia de Resiliência e as premissas do método FRAM, desenvolvido para a modelagem de sistemas sociotécnicos complexos, e que leva em conta a variabilidade de desempenho na análise de acidentes no âmbito da construção e montagem industrial;
b) Ressaltar as diferenças entre as recomendações geradas pelos métodos de análise de acidentes lineares e sistêmicos;
c) Explorar as limitações dos métodos lineares tradicionalmente empregados pelas empresas de construção e montagem industrial a fim de realizar as investigações e análises de seus acidentes;
d) Aplicar o método FRAM, por meio de sua utilização prática em um estudo de caso, na análise de acidentes da indústria da construção.
e) Considerando o cenário de um tombamento de um guindaste móvel em área industrial, um comparativo entre uma análise de acidentes usando métodos tradicionais da engenharia de segurança baseados na busca de erros, falhas e atos inseguros, e do método FRAM oriundo da engenharia de resiliência será estudado.

1.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O perfil das empresas do setor de engenharia industrial (ABEMI, 2011) revela que o número consolidado de empregados no segmento da montagem totalizou 114 mil, um incremento de 11% em relação ao ano anterior e o consolidado da Receita Operacional Bruta do mesmo segmento foi de US$ 9,5 bilhões em 2010.

Atrelado a este crescimento vigoroso da indústria, a ocorrência cada vez mais frequente de acidentes de trabalho que causam um grande impacto no âmbito social e repercutem de forma contundente e negativa no lado econômico de nossa sociedade, fazem com que se comece a questionar o preço a ser pago em prol do desenvolvimento.

Segundo estimativas da Organização Internacional do Trabalho (OIT) - *International Labour Organization* (ILO, 2010a), anualmente, mais de 2,3 milhões de pessoas morrem como resultado de acidentes de trabalho ou doenças relacionadas ao trabalho. Além disso, cerca de 317 milhões de acidentes de trabalho ocorrem a cada ano, resultando em ausência prolongada do trabalho. A OIT estima que o custo econômico de dias de trabalho perdidos, tratamento médico e prestações pecuniárias pagas é estimado em 4% do PIB global a cada ano, número que excede o valor total do pacote de estímulo introduzido em face da crise econômica de 2008-2009 (ILO, 2010b).

> Não existe evidência estatística que economias com baixos padrões de segurança e saúde ocupacionais sejam mais competitivas. Pelo contrário, pesquisas da OIT sugerem que, em geral, os países de trabalho mais seguro também são os melhores avaliados em competitividade. (OIT, 2003).

Um dos mais conceituados rankings de países por competitividade é publicado anualmente pelo Instituto Internacional para o Desenvolvimento da Gestão (IMD) de Lausanne na Suíça; este realiza anualmente o benchmarking do desempenho de 59 economias com base em 331 critérios que mensuram diferentes facetas da competitividade (IMD, 2012a).

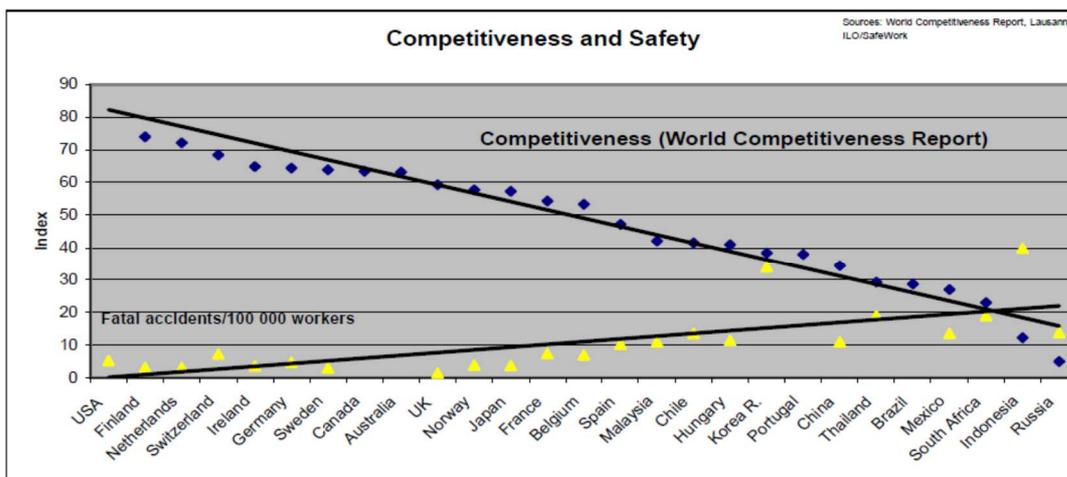
A OIT selecionou classificações de competitividade do IMD no ano de 2002 e as comparou contra suas próprias avaliações de segurança e saúde ocupacional no mesmo período produzindo um gráfico combinado dos resultados, conforme a fig. 1.3-1, que sugere “uma forte ligação entre a elevada segurança e alta competitividade”; podendo-se perceber a posição desfavorável do Brasil frente a outros países de melhores indicadores (ILO, 2003).

Source: ILO, from data by IMD and ILO

Figura 1.3-1: Competitividade e Segurança (ILO, 2003)

Os dados mais recentes disponíveis fornecidos pela OIT remontam ao ano de 2010, mas podemos correlacioná-los novamente com dados disponíveis do IMD (2012b) para o período entre 2008 e 2012 para inferirmos que, se ambas as escalas estão de fato fortemente relacionadas como sugeriu a OIT em 2003 em sua comparação original, o Brasil aparenta ter evoluído pouco nesse quesito, cf. fig. 1.3-2. Ao longo dos últimos cinco anos sua posição no ranking de competitividade pouco se alterou, aparecendo constantemente em torno do 40º lugar; sua melhor posição no ranking do IMD foi obtida em 2010 com viés de baixa desde então.

1.3.1 Estatísticas Oficiais do Ministério da Previdência Social

O índice de acidentes do trabalho e doenças profissionais no Brasil também continua elevado (INSS, 2012a) em relação aos índices encontrados em outros países como por exemplo, os Estados Unidos (CPWR, 2008), o que causa inúmeros problemas sociais e econômicos. Segundo informações da Previdência Social (INSS, 2012a), no ano de 2011 foram registrados no Brasil 711.164 acidentes do trabalho entre os trabalhadores assegurados da Previdência Social. Do total de acidentes registrados com CAT, os acidentes típicos representaram 78,6%; os de trajeto 18,6% e as doenças do trabalho 2,8%.

	2008	2009	2010	2011	2012
Argentina	52	55	55	54	55
Australia	7	7	5	9	15
Austria	14	16	14	18	21
Belgium	24	22	25	23	25
Brazil	43	40	38	44	46
Bulgaria	39	38	53	55	54
Canada	8	8	7	7	6
Chile	26	25	28	25	28
China Mainland	17	20	18	19	23
Colombia	41	51	45	46	52
Croatia	49	53	56	58	57
Czech Republic	28	29	29	30	33
Denmark	6	5	13	12	13
Estonia	23	35	34	33	31
Finland	15	9	19	15	17
France	25	28	24	29	29
Germany	16	13	16	10	9
Greece	42	52	46	56	58
Hong Kong	3	2	2	1	1
Hungary	38	45	42	47	45
Iceland			30	31	26
India	29	30	31	32	35
Indonesia	51	42	35	37	42
Ireland	12	19	21	24	20
Israel	20	24	17	17	19
Italy	46	50	40	42	40
Japan	22	17	27	26	27
Jordan	34	41	50	53	49
Kazakhstan		36	33	36	32
Korea	31	27	23	22	22
Lithuania	36	31	43	45	36
Luxembourg	5	12	11	11	12
Malaysia	19	18	10	16	14
Mexico	50	46	47	38	37
Netherlands	10	10	12	14	11
New Zealand	18	15	20	21	24
Norway	11	11	9	13	8
Peru	35	37	41	43	44
Philippines	40	43	39	41	43
Poland	44	44	32	34	34
Portugal	37	34	37	40	41
Qatar		14	15	8	10
Romania	45	54	54	50	53
Russia	47	49	51	49	48
Singapore	2	3	1	3	4
Slovak Republic	30	33	49	48	47
Slovenia	32	32	52	51	51
South Africa	53	48	44	52	50
Spain	33	39	36	35	39
Sweden	9	6	6	4	5
Switzerland	4	4	4	5	3
Taiwan	13	23	8	6	7
Thailand	27	26	26	27	30
Turkey	48	47	48	39	38
UAE				28	16
Ukraine	54	56	57	57	56
United Kingdom	21	21	22	20	18
USA	1	1	3	1	2
Venezuela	55	57	58	59	59

Figura 1.3-2: Ranking de desempenho global nos últimos cinco anos (IMD, 2012b)

Na distribuição por setor de atividade econômica, o setor “Indústria” participou com 47,1% do total de acidentes registrados com CAT. Tomando-se os cinco últimos anos correspondentes à Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE para a rubrica Montagem de Instalações Industriais (classe 42.92) computaram-se mais de 9,4 mil acidentes do trabalho típicos, compilados na tabela 1.3-1. Estes eventos provocam enorme impacto social, econômico e sobre a saúde pública no Brasil.

Os números da Previdência Social obtidos da série histórica dos dados indicam o percentual que cabe a indústria da construção pesada nessa estatística, e indicam a mesma tendência de alta observada em outros segmentos.

Tabela 1.3-1: Acidentes do trabalho típicos com CAT segundo Classificação Nacional de Atividade Econômica – CNAE 2.0. Fonte: AEAT infologo (INSS, 2012b)

Acidentes do trabalho por UF e CNAE Quantidade de acidentes do trabalho, por motivo, segundo a UF e Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)		
	Conteúdo: Quantidade Total de Acidentes	**Conteúdo: Quantidade de Acidentes Típicos com CAT**
Ano	**Total**	
2007	2.228	1.645
2008	2.968	2.246
2009	2.459	1.544
2010	2.514	1.767
2011	3.175	2.202
Total	13.344	9.404
Consulta executada em 23/12/2012 às 19:00h		

Seleções vigentes		
Variável	**Critério**	**Valor**
Ano		2011
Classe do CNAE 2.0	igual a	4292: Montagem de Instalações Industriais

1.3.2 O custo dos acidentes no Brasil

Segundo o INSS (INSS, 2012c) considerando exclusivamente o pagamento dos benefícios (acidentes e doenças do trabalho; aposentadorias especiais) em 2009, obtém-se um valor da ordem de R$ 14 bilhões/ano. Se for levado em conta despesas como o custo operacional do órgão e despesas na área da saúde e afins o custo - Brasil chega a R$ 57 bilhões.

> [...] em relação aos problemas econômicos causados pelos acidentes do trabalho, pode-se destacar os altos custos diretos (indenização ao acidentado nos primeiros 15 dias, perdas de equipamentos e de materiais, etc.) e indiretos (diminuição da produtividade global, adaptação de outro funcionário na mesma função, etc.) dos acidentes, causados pela falta de segurança em geral. (COSTELLA; CREMONINI; GUIMARÃES, 1998)

A discussão, contudo, não deve ficar centrada somente nos aspectos econômicos, pois o número de acidentes tem tomado à forma de uma epidemia.

1.3.3 Grau de risco associado à Classificação Nacional de Atividade Econômica

O Quadro IV.2 do Anuário Estatístico da Previdência Social (INSS, 2012a) apresenta os códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE, sua descrição e o grau de risco de acidente do trabalho associado. O grau de risco determina a alíquota de contribuição de cada empresa para o financiamento dos gastos com benefícios decorrentes de acidentes do trabalho.

Tabela 1.3-2: Classificação Nacional de Atividade Econômica – CNAE e grau de risco de acidente de trabalho associado. Fonte Ministério da Previdência e Assistência Social (INSS, 2012a)

Código CNAE 2.0				**Denominação**	**Grau de Risco (%)**
Seção	**Divisão**	**Grupo**	**Classe**		
F				CONSTRUÇÃO	
	42			OBRAS DE INFRAESTRUTURA	
		42.9		*Construção de outras obras de infraestrutura*	
			42.92-8	Montagem de instalações industriais e de estruturas metálicas	3

Cabe observar que no caso da construção e montagem (42-92.8) a alíquota de contribuição é máxima (3%) cf. tabela 1.3-2.

> 1%, 2% ou 3% (dois ou três por cento) incidentes sobre o total das remunerações pagas, [...] para o financiamento dos benefícios concedidos em razão do grau de incidência de incapacidade laborativa decorrente dos riscos ambientais do trabalho. Tal variação decorre de enquadramento da empresa em cuja atividade preponderante o risco de acidente do trabalho seja considerado, respectivamente, leve, médio ou grave. (INSS, 2012a)

1.3.4 Estatísticas de acidentes e incidentes com danos materiais

Os dados obtidos junto ao Ministério da Previdência e Assistência Social – MPAS (INSS, 2012a) não permitem, contudo evidenciar toda uma gama de eventos, sejam estes acidentes ou incidentes, provocados pelo colapso de equipamentos pesados de movimentação de carga nos canteiros de obras espalhados pelo país. A abordagem estatística oficial do MPAS não esclarece a fonte das lesões e/ou

fatalidades e, portanto não se dispõe no Brasil de dados representativos que contemplem este cenário acidentário.

1.4 CENÁRIO NO QUAL SE INSERE O ESTUDO DE CASO ABORDADO

Na maior parte dos canteiros de obras encontramos uma enorme variedade de atividades envolvendo a utilização de diversos tipos de equipamentos e ferramentas. As atividades de levantamento de cargas pesadas estão sempre presentes nestas atividades e os equipamentos e acessórios necessários são escolhidos em função de diversos fatores, tais como peso, volume, centro de gravidade da carga, condições do terreno e condições climáticas.

> Os guindastes são equipamentos de elevação de cargas, fundamentais para a maioria dos serviços de montagem, cujas características principais são sua grande mobilidade, podendo ser deslocados e posicionados de acordo com as necessidades das frentes de trabalho, e a lança de que são dotados, para execução dos levantamentos. (FERNANDES, 2009)

A coordenação de todas as atividades de construção visando à otimização de custos é extremamente importante, especialmente nas operações envolvendo guindastes que são um dos equipamentos com maior peso financeiro nos empreendimentos, tanto pelo seu valor de aquisição quanto pelo valor de sua locação por período fixado. Durante as últimas décadas os guindastes passaram por grandes avanços tecnológicos, devido em parte a novos projetos da engenharia e às exigências de trabalhos particulares dos canteiros de obra. Desta feita o emprego desses equipamentos tornou-se cada vez mais dispendioso para as empresas do setor de montagem industrial.

> [...] existe uma forte tendência atual, devido ao crescimento da industrialização da construção, voltada para a pré-fabricação externa de elementos estruturais e de acabamento que são posteriormente instalados ou montados em vez de produzidos no canteiro”. (SHAPIRA; LUCKO; SCHEXNAYDER, 2007)

Consequentemente, os guindastes móveis devido a sua mobilidade e versatilidade são cada vez mais utilizados. Em resposta a necessidades específicas da indústria e aos avanços em tecnologia, os fabricantes adquiriram guindastes mais robustos, porém mais leves. Velocidade, sofisticação, capacidade de carga e alcance foram melhorados ao ponto em que o guindaste é hoje em dia é indispensável à atividade de construção.

> [...] muitos equipamentos encontrados nos sites do Reino Unido eram extremamente adaptáveis, e apesar de frequentemente serem concebidos para um propósito (levantamento), estes podiam frequentemente ser usados para outros tantos (por ex. cravação de estacas). (SERTYESILISIK; TUNSTALL; MCLOUGLIN, 2010)

Os guindastes mais comuns nos serviços de montagens industriais são separados de acordo com Quaresma (2007) em duas grandes categorias principais, guindastes móveis e guindastes estáticos:

1. Guindastes móveis
    a) guindaste sobre pneus com lança treliçada;
    b) guindaste sobre esteiras com lança treliçada;
    c) guindaste com lança telescópica sobre pneus;
    d) guindaste com lança telescópica sobre veículo para qualquer terreno;
    e) guindaste para carga pesada, sobre esteiras, com mastro e contrapeso giratório;
    f) guindaste para carga pesada, com anel suporte (*ringer*).

2. Guindastes estáticos
    a) guindaste para carga pesada com mastro giratório ou *Guy derrick;*
    b) guindaste com mastro giratório e estais rígidos ou *Stiff leg derrick;*
    c) guindaste com mastro não giratório (*A-frame*).

1.5 SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO DE GUINDASTES

O planejamento detalhado da tarefa antes do início das atividades e o monitoramento contínuo das operações até a conclusão do projeto são passos críticos em todos os programas de segurança envolvendo guindastes, pois estes estão envolvidos, mais do que qualquer outro equipamento na indústria da construção pesada, em acidentes de grandes proporções. Contudo, nos canteiros de construção frequentemente se desconhecem os requisitos específicos necessários antes do seu deslocamento e operação.

O guindaste é capaz de desempenhar suas funções com segurança e de maneira econômica quando operado dentro dos limites dos parâmetros estabelecidos pelos fabricantes. Uma programação de atividades adequada assim como uma boa coordenação entre as diversas especialidades não somente melhora

a segurança das operações como também pode reduzir os custos de operação dos guindastes.

> Os guindastes de construção diferem dos guindastes industriais, visto que cada elevação tipicamente envolve uma carga com propriedades e características únicas e como resultado, cada içamento possui o potencial para modificar a dirigibilidade, estabilidade e capacidade de carga do guindaste. Estas alterações no desempenho requerem que os operadores estejam sempre conscientes das propriedades de manuseio das cargas e das limitações dos guindastes. (NEITZEL; SEIXAS; REN, 2011)

Consequentemente, é também um fator crítico que o guindaste escolhido seja apropriado para a tarefa e adequado às condições esperadas no canteiro de obras, pois configurações inadequadas do guindaste são responsáveis por grande parte dos acidentes envolvendo guindastes na indústria da construção.

Muitos acidentes ocorrem também quando, devido a condições ou eventos imprevistos, a mão de obra dos canteiros descumpre as instruções contidas nos procedimentos operacionais ou os negligencia. O ponto chave para uma movimentação de carga bem sucedida reside no entendimento que os operadores possuem das tabelas de carga dos equipamentos, as quais fornecem diretrizes sobre o que estes podem ou não fazer. Contudo, os manuais de instrução e as tabelas de carga associadas são elaborados pelos fabricantes especificamente segundo cada modelo de guindaste e contêm informações sobre equipamentos, os quais foram testados sob condições ideais de operação, a saber: ausência de vento, piso nivelado sobre solo rígido, içamento estático, sem balanço ou alteração no ângulo da lança e, em todos os casos, o fabricante está utilizando todos os equipamentos necessários. Porém, os canteiros de construção raramente fornecem todas estas condições ideais para a operação de guindastes.

Nem as tabelas de carga nem tampouco os manuais de instruções identificam alguma restrição ou reduzem a capacidade de carga quando da operação em situações inferiores às ideais. A sua redação geralmente declara que os operadores têm a responsabilidade de julgar as condições existentes e reduzir as cargas içadas e velocidades de operação de acordo.

De acordo com Lees (2003), “os guindastes móveis apresentam diversos tipos diferentes de risco, dentre os quais é relevante o tombamento do guindaste em plantas de processo”.

Segundo Shepherd, Kahler e Cross (2000), “as grandes quantidades de energia envolvidas e as interações requeridas no entorno do conjunto homem-guindaste

resultam na presença de um potencial elevado para a ocorrência de danos a pessoas e equipamento”.

De acordo com Shapiro e Shapiro (2011), “a estabilidade contra o tombamento é o fator mais importante controlando a classificação de cargas para os guindastes móveis e alguns outros tipos de equipamentos”.

> Um guindaste pode tombar devido a uma sobrecarga e qualquer guindaste sem indicador de momento de carga – LMI apresenta um perigo latente que pode tornar-se “armado”, a qualquer momento quando o peso da carga de um guindaste excede a sua capacidade nominal e causa sua desestabilização. A análise mostra que mais da metade dos incidentes envolvendo este perigo ocorre seja quando o operador de guindaste gira bruscamente a cabine do guindaste, ou estende/abaixa a lança com os estabilizadores retraídos. Ambas as ações podem *ativar* o risco de tombamento através do aumento do raio de içamento. Nesse ponto o tombamento ocorre rapidamente. (MACCOLLUM, 2007)

Um dos fatores que dificultam ainda mais essa atividade é a tecnologia incorporada nestes equipamentos que contém dispositivos eletrônicos que atuam, mediante sensores instalados nos guindastes, na segurança das manobras, prevenindo anomalias devido ao excesso de tensões sobre o guindaste.

Em um estudo voltado a construção com guindastes, Swuste (2008) forneceu informações a cerca de dados de atividades de içamento, parte de um amplo projeto sobre causas de 12.655 acidentes, em eventos centrais compilados pelo escritório de registro de acidentes da Holanda. Em contraponto com o citado por diversos autores, neste estudo, foi evidenciada a posição dominante da instabilidade de cargas (72%) em face da instabilidade de guindastes (7%) para uma amostragem de 174 eventos centrais de atividades de içamento. Os dados demonstram, segundo o autor, que a instabilidade de guindastes ocorre com menos frequência devido à tecnologia empregada com múltiplos sensores para detectar esse tipo de evento.

Uma revisão da bibliografia sobre o assunto acidentes com guindaste tende a divergir do teor desta afirmação, visto que o mais simples sistema cognitivo conjunto (*Joint Cognitive System* - JCS), consiste segundo Hollnagel e Woods (2005), em “[...] um sistema cognitivo e um artefato, tal como alguém empregando uma ferramenta”. No caso onde o operador e o guindaste se encontram inseridos em limites definidos em relação ao entorno (contexto), emergem questões que vão além da simples automação (detectando instabilidades) como solução para todas as disfunções. Em tese o sistema emite um alarme e eventualmente poderia até mesmo bloquear o equipamento, de forma a prevenir acidentes, no caso dos dados coletados estarem

fora do padrão de segurança admissível. Todavia a quantidade de eventos relacionados ao tombamento de guindastes ao redor do globo parece se contrapor a essa certeza.

Segundo Hakkinen (1993), “para estudar a segurança de guindastes de modo a tornar as operações mais seguras não é suficiente olhar somente para os guindastes, necessita-se ter um entendimento mais amplo sobre os sistemas de trabalho nos quais os guindastes são utilizados”.

De acordo com MacCollum (2007), “estabilizadores retraídos e o uso impróprio da lança, tal como estender a lança enquanto levanta uma carga, frequentemente resulta em tombamento”. Ainda segundo o mesmo autor, “a capacidade nominal para a maioria dos guindastes é calculada em 85% do peso que fará com que o guindaste tombe devido à sobrecarga. Isto deixa um fator de segurança de 15%, que é uma margem muito pequena em termos de sobrecarga”.

1.6 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Como evidenciado no caso particular dos guindastes, devido a uma escassez de dados estatísticos válidos provenientes dos órgãos governamentais, assim como de estudos acadêmicos nacionais, não existem no Brasil, em relação a linha de pesquisa de Segurança Industrial, informações disponíveis com relação a acidentes envolvendo guindastes móveis. Porém sua frequente repetição remete a seguinte pergunta: “Como diminuir a ocorrência cada vez mais comum de acidentes industriais envolvendo guindastes móveis em canteiros de construção que provocam lesões com afastamento, fatalidades, além de gastos elevados para as empresas e previdência”?

Estes argumentos justificam os esforços para buscar, dentre os novos métodos para a análise e investigação de acidentes (por ex. FRAM, STAMP, AcciMap), aqueles que favoreçam uma reflexão mais ampla sobre os métodos de trabalho hoje empregados nacional e internacionalmente, para assim, propor mudanças e ajustes locais necessários aos processos de movimentação de carga com guindastes móveis para o setor de construção industrial. Os métodos lineares atualmente utilizados sugerem recomendações que não produzem reflexões e, consequentemente, transformações efetivas do trabalho. Para o escopo de nossa pesquisa a pergunta decorrente dessa indagação inicial é: “Porque não são

empregados atualmente métodos para se investigar acidentes que favoreçam a reflexão e o aprendizado organizacional”?

O que existe de novo na literatura ou nos trabalhos de pesquisadores da área voltado a entender e evitar a repetição destes fenômenos que facilitam acidentes em sistemas sociotécnicos complexos?

1.7 METODOLOGIA

Segundo Gil (2009), os estudos de caso “[...] são úteis para proporcionar uma visão mais clara acerca de fenômenos pouco conhecidos”. O procedimento metodológico utilizado nesse trabalho foi uma pesquisa do tipo exploratório que compreendeu a pesquisa bibliográfica e documental da literatura relativa à Engenharia de Segurança com enfoque em Montagem Industrial, e em particular a Engenharia de Resiliência e Guindastes. Elaborada a partir de material já editado, principalmente livros, teses, artigos publicados em periódicos, informações disponíveis na Internet, e em particular através do Portal de Periódicos da Capes, leis nacionais e internacionais, esta etapa foi prosseguida com um estudo de um caso relevante em acidentes industriais, o de um tombamento de guindaste.

A metodologia de pesquisa para investigar o funcionamento e a segurança de uma movimentação de carga empregando um guindaste móvel baseia-se na análise de um único estudo de caso – o do tombamento de um guindaste XCMG de 50 toneladas em área industrial (VON BUREN; CARVALHO, 2012) – pode ser justificado pela fundamentação de Yin (2009) já empregada anteriormente por Carvalho (2010). Segundo Yin (2009), “[...] perguntas do tipo “como”? e “porque”? são mais explanatórias e adequadas para levar ao uso de estudos de casos, [...] como métodos de pesquisa preferenciais”.

Ainda de acordo com Yin (2009,), “O caso desejado deve ser algum fenômeno da vida real, não uma abstração tal qual um tópico, um argumento, ou até mesmo uma hipótese.” A compreensão de “como” um guindaste pode tombar realizando uma manobra trivial verifica o critério de Yin. A combinação de fatores cognitivos e organizacionais que permitiram a emergência deste evento – diretamente relacionado com a segurança industrial – satisfaz o critério “porque” de Yin.

De acordo com Gil (2009), estudos de casos “também podem ser utilizados para fornecer explicações acerca de fatos e fenômenos sob o enfoque sistêmico”. É,

portanto um delineamento de pesquisa que convém ao emprego dos métodos sistêmicos de análise de acidentes e da Engenharia de Resiliência.

1.7.1 Sistemática empregada

A pesquisa para a dissertação foi realizada no período compreendido entre os meses de janeiro de 2011 a dezembro de 2012, empregando principalmente a base de dados científica *Science Direct*. Outras bases de dados científicas também foram utilizadas no presente trabalho, tais como a JSTOR, *Emerald*, *Scirrus* com intuito de obter a abrangência requerida para a pesquisa. Foram também consultadas as bases de dissertações NDLTD e o portal SIBI, respectivamente para as teses e dissertações estrangeiras e nacionais.

Em relação à base de dados *Science Direct*, a metodologia utilizada para esta base foi a seguinte:

1. As buscas foram direcionadas para a área de engenharia ambiental especificamente para a linha de pesquisa segurança industrial;
2. Fez-se um filtro dentro do período desejado (2005-2011);
3. Utilizaram-se as seguintes palavras–chave: *Accident Models, Accident Investigation, Crane Accidents e Resilience Engineering*;
4. Procurou-se verificar o fator de impacto do periódico consultado para avaliar a representatividade do mesmo e a relevância do assunto pesquisado, cf. tabela 1.7-1.

Tabela 1.7-1: Periódicos e respectivos fatores de impacto

Periódico consultado	Fator de impacto	Fator de impacto 5 anos
Reliability Engineering and System Safety	1,908	2,305
Safety Science	1,220	1,426
International Journal of Industrial Ergonomics	0,956	1,260
Journal of Safety Research	1,340	1,617
Accident Analysis & Prevention	1,647	2,167
Applied Ergonomics	1,105	1,497
Ergonomics	1,416	-
Cognition, Technology and Work	0,980	1,020
Journal of Loss Prevention in Process Industries	0,810	1,014

Para os demais bancos de dados a busca seguiu etapas similares. Em relação às palavras-chave procurou-se observar a tendência de alta no número de publicações envolvendo os descritores nos últimos anos para justificar a relevância do tema da pesquisa.

1.7.2 Estudo de caso

Segundo Yin (2009), "uma [...] base lógica para um caso singular é quando o caso representa um caso extremo ou um caso único". O tombamento de um equipamento de grande porte dentro de um canteiro de obras pode ser considerado como um evento extremo.

A segunda etapa da metodologia foi a realização de um estudo de caso de um tombamento de guindaste móvel, no qual se fez um estudo comparativo entre uma análise de acidentes usando métodos tradicionais da engenharia de segurança, baseada na busca de erros, falhas e atos inseguros, e métodos mais recentes oriundos da engenharia de resiliência, tal como o método de análise de ressonância funcional - FRAM. Este estudo comparativo procurou ressaltar as diferenças entre as recomendações geradas pelos diferentes métodos de análise.

O estudo conduzido nesse projeto caracterizou-se, quanto à estratégia de pesquisa, por ser um estudo de caso exploratório. Esta é uma técnica na qual o pesquisador pode passar do contexto meramente descritivo para o contexto interpretativo. Creswell (2010) salienta que, "[...] estudos de caso são uma estratégia de investigação na qual o pesquisador explora profundamente um programa, um evento, uma atividade, um processo ou um ou mais indivíduos".

Desta forma, o estudo de caso comparativo utilizando um acidente industrial real foi considerado uma opção adequada para a verificação da situação atual, na qual os acidentes ocorrem com regularidade nas empresas de construção e montagem eletromecânica e se repetem devido à falta de adequação e profundidade das análises de acidentes ali efetuadas. Principalmente em relação à questão do aprendizado organizacional, que é limitado nas abordagens tradicionais que visam principalmente à busca de culpados. A pesquisa buscou explorar as limitações dos métodos lineares, tradicionalmente empregados pelas empresas deste segmento para realizar as avaliações de seus acidentes, ao compará-los com os métodos sistêmicos mais recentes. O trabalho propôs a adoção de um método desenvolvido

para a análise de acidentes em sistemas sociotécnicos complexos: o método FRAM, inteiramente alinhado com a Engenharia de Resiliência.

1.8 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho não aborda todos os modelos de acidentes, mas somente os identificados por Hollnagel (2004) e empregados implicitamente por grandes empresas do segmento industrial quando da escolha dos métodos para análise e investigação de acidentes. Da mesma forma, essa dissertação não entra no detalhamento de todas as técnicas empregadas para a análise de acidentes.

Não é objetivo deste trabalho verificar a aplicação do método de análise de ressonância funcional - FRAM a todo e qualquer tipo de evento, tão somente verificar-se-á sua aplicabilidade à movimentação de carga com guindaste e, ao sistema cognitivo conjunto composto pelo operador/equipe de movimentação de carga e seu guindaste.

O método FRAM pode ser utilizado tanto retrospectivamente, como no caso de uma análise de acidentes, ou prospectivamente, como ferramenta de análise de riscos; entretanto sua aplicação foi direcionada para o cenário de um acidente em instalação industrial envolvendo o tombamento de um guindaste móvel, e desta forma, sua adequação como ferramenta de análise de risco carece de avaliação nesse trabalho.

No capítulo 2 descreveremos o referencial teórico sobre o qual repousa esse trabalho, a saber, a engenharia de resiliência e a visão sistêmica como abordagem na análise e investigação de acidentes assim como os modelos de acidentes lineares, lineares complexos e sistêmicos. Introduziremos três técnicas de investigação de acidentes dentre as mais utilizadas.

No capítulo 3 descreveremos o resultado da pesquisa bibliográfica sobre o tema acidentes com guindastes buscando evidenciar sua recorrência, e em especial nos concentraremos sobre um tipo específico de acidentes, a saber, o tombamento de guindaste móvel.

O capítulo 4 consistirá na aplicação do método FRAM ao estudo de caso de um tombamento de guindaste em área industrial e sua comparação com uma análise tradicional empregando uma árvore de eventos.

O capítulo 5 buscará responder às indagações feitas na introdução quanto à aplicabilidade do método FRAM e a Engenharia de Resiliência na análise e investigação de acidentes envolvendo guindastes móveis durante a montagem eletromecânica.

Neste capítulo apresentamos o tema dos acidentes de trabalho no segmento da construção e montagem industrial e em particular procedemos à delimitação do tema voltado para a melhoria do aprendizado organizacional a partir da atualização dos processos de análise de acidentes.

Definiu-se como objetivo a verificação da aplicabilidade dos conceitos da Engenharia de Resiliência e do método FRAM.

Posteriormente apresentamos o problema dos acidentes no setor de montagem industrial por meio de estatísticas setoriais e contextualizamos o trabalho em função dos acidentes com guindastes em canteiros de obras.

Finalmente, justificamos o tema em função da precariedade de dados sobre o assunto no Brasil e apresentamos o estudo de caso do tombamento de um guindaste como metodologia empregada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTEXTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

A busca pelo zero acidente tornou-se quase uma obsessão nas grandes empresas do segmento industrial. Os especialistas em segurança que militam em favor da teoria do dominó (HEINRICH, 1959), na qual a queda de um primeiro dominó integrante de um alinhamento de uma fileira de dominós provoca a queda da fileira inteira, como analogia para a sequência acidental composta por cinco fatores, ancestralidade e meio ambiente social, falha humana, ato inseguro e/ou risco mecânico ou físico, e acidente e lesão entendem que sempre que ocorre uma lesão, um grande número de diferentes atores poderia ter intervindo a fim de evitá-la.

Os responsáveis por grandes empreendimentos, por sua vez, procuram restringir a contratação de empresas somente àquelas com bons indicadores de segurança, pois entendem que estas últimas possuirão os melhores desempenhos em segurança e, para tal, buscam reforçar seu comprometimento com a excelência incluindo de maneira consistente temas relacionados à segurança durante a construção na elaboração dos contratos de execução de serviços com seus subcontratados.

Porém, desempenhos de segurança que são avaliados com base em taxas de acidentes e medidas similares são, segundo Hinze (2005), "pouco representativos visto que tais mensurações e indicadores são coletados após o fato ter ocorrido e não fornecem *insights* sobre como melhorar as condições de segurança antes que uma lesão ocorra".

Segundo Dekker (2006), "[...] celebrar uma grande contagem de negativos (situações de problemas de sistemas, erros e falhas) falha na compreensão do que é importante, visto que o propósito real de reportar incidentes não é a coleta de dados, mas a análise, antecipação e redução dos riscos".

Por outro lado, existe uma tendência entre as grandes empresas de construção e montagem voltada para a adoção da combinação entre indicadores reativos (taxas de frequência de acidentes com lesão com e sem afastamento) e indicadores proativos (horas de treinamento, quantidade de inspeções programadas aos

canteiros por parte da alta liderança) para medir o seu desempenho na gestão da segurança.

No entanto a indústria da construção em geral ainda se encontra entre as primeiras no ranking de acidentes de trabalho graves e fatais, em parte devido à complexidade, nem sempre reconhecida, e a consequente natureza imprevisível das tarefas. Canteiros de obras de construção são complexos em função de inúmeras possibilidades de bifurcações (variabilidades) devido a processos de trabalho colaborativos, aos diferentes níveis de tecnologia empregados, a interação entre os trabalhadores e equipamentos, a variação dos graus de sensibilização para a segurança e treinamento dos trabalhadores, além de diversos outros fatores ligados às pressões que as organizações sofrem para atingir seus objetivos.

Segundo Saurin, Formoso e Cambraia (2008), "empresas líderes em gestão de segurança conseguiram reduzir consistentemente suas taxas de acidentes ao longo dos anos e atingiram um platô".

> A situação atual reflete um problema fundamental das abordagens de melhoria de segurança vigentes, que falha em reconhecer que a segurança de qualquer operação é determinada muito antes que as pessoas, procedimentos e equipamentos se reúnam no local de trabalho. (BHATTACHARJEE; GHOSH; YOUNG-CORBETT, 2011)

De acordo com Behm (2005), "levando-se a segurança em conta durante o processo de concepção, riscos serão eliminados ou reduzidos durante a construção [...]". A capacidade de influenciar a segurança, no entanto, diminui à medida que o projeto avança no tempo, desde a sua concepção inicial, passando pela fase de construção até a entrega final. Ainda nos encontramos na grande maioria dos canteiros de obras industriais na situação delicada de somente começar a se preocupar com os assuntos de segurança após o início da fase de construção, o que reduz drasticamente as possibilidades de efetivamente atuar na eliminação e redução dos riscos na fase de projeto. Diversos autores aportaram sugestões de projeto voltadas para a segurança do trabalhador da construção (GAMBATESE; HINZE; HAAS, 1997; GAMBATESE; BEHM; HINZE, 2005; WEINSTEIN; GAMBATESE; HECKER, 2005).

Todavia na indústria da construção os mesmos tipos de acidentes continuam a se repetir. Programas de segurança parecem obter melhores resultados nas indústrias de processo diferentemente das indústrias de manufatura. A explicação

para essas diferenças pode estar ligada à natureza mais dinâmica do processo de construção em termos da natureza temporária inerente aos projetos, do planejamento, da população exposta, da intensidade de trabalho e, da singularidade e diversidade dos produtos finais.

A indústria da construção civil é uma indústria perigosa na qual acidentes de trabalho fatais e não fatais ocorrem com muita frequência (SAURIN; RIBEIRO, 2000). Ela se caracteriza por um cenário de constantes mudanças, pelo uso de inúmeros recursos diferentes e exige a coordenação de diferentes operações e empreiteiros interdependentes que podem resultar em aumento do risco de lesões.

Além disso, é há muito sabido que o foco em segurança diminui na medida em que existe concorrência com outros objetivos da empresa, tais como a necessidade de completar os projetos dentro dos prazos planejados.

Pinto, Nunes e Ribeiro (2011) compilaram uma série de causas relevantes que influenciam o desempenho da segurança na indústria da construção, dentre as quais ressaltamos a “formação inadequada e fadiga dos profissionais; particularmente séria no caso dos operadores de máquinas pesadas, porque podem afetar pedestres e terceiros (por ex., operadores de guindastes)”.

> Os trabalhadores da construção realizam tarefas diárias em ambientes muitas vezes densamente povoados e às vezes perigosos a fim de alcançar os objetivos de seu trabalho. Estes perigos incluem, mas não estão limitados a quedas, eletrocussões, o contato com ferramentas elétricas danificadas ou inadequadamente operadas, e trabalhando em estreita proximidade a equipamentos de grandes dimensões, tais como caminhões e guindastes. (HINZE; TEIZER, 2011)

Os elementos essenciais da maioria dos programas de segurança, ou seja, a formação, o atendimento à legislação, a motivação, o planejamento, e a investigação e análise de incidentes repousam implicitamente em uma teoria causal centrada sobre o trabalhador.

Ericson (2005) argumenta que “existem duas categorias de análises de risco: tipos e técnicas. Tipo de análise de risco define uma categoria de análise [...] e técnica define uma metodologia de análise única”. Segundo o autor, a segurança de sistemas se baseia sobre sete tipos básicos enquanto existem bem mais de 100 diferentes técnicas disponíveis.

Apesar de sua importância para orientar os planos de prevenção de acidentes e da quantidade de técnicas disponíveis, a investigação de acidentes da construção segundo o modelo vigente parece se concluir em um nível prematuro, isto é, ainda faltam passos importantes que vão além da mera identificação das causas básicas dos acidentes.

> [...] a análise de causa raiz, frequentemente determina que um incidente resultou de um erro. O conceito de um erro como um desvio da prática normal faz sentido em sistemas bem estruturados, onde uma sequencia correta pode ser identificada. Mas tais sistemas bem estruturados não são comuns na construção e enquanto procedimentos corretos podem ser desenvolvidos para a utilização de ferramentas, estes são muito difíceis de prescrever para trabalhos de construção, que ocorrem frequentemente em condições dinâmicas complexas. Nestas circunstâncias, a sequência específica de etapas raramente pode ser prevista e controlada com precisão. Não é possível estabelecer regras de como se comportar em cada condição possível em situações menos estruturadas. Portanto rastrear os incidentes até uma causa raiz de falha seguindo a prática padrão é muitas vezes impraticável. (HOWELL et al., 2000)

Os programas de segurança vigentes aparentemente repousam sobre as seguintes crenças: regras e procedimentos podem ser desenvolvidos e se seguidos irão manter as pessoas seguras; incidentes acontecem por causa de erro do trabalhador, ou seja, falha em seguir as regras; e a redução de incidentes decorrerá do aumento da motivação e treinamento, ou seja, levar as pessoas a seguir as regras. Em decorrência dessa abordagem, a formação de trabalhadores e a motivação são assumidas como sendo a chave para a prevenção de acidentes.

No entanto, de acordo com Howell et al. (2000), “erros são inerentes ao processo cognitivo de modo que é preciso pensar em sistemas de segurança que lidem com estes “erros humanos” como um processo natural e permitam que eles sejam corrigidos antes de acontecerem acidentes”.

Assim devemos buscar modelos que proporcionem a alavancagem necessária para uma melhoria da segurança ou para uma real aprendizagem organizacional, algo que dificilmente conseguiremos se insistirmos unicamente em aplicar os modelos de causa e efeito centrados no trabalhador, que juntamente com a violação dos procedimentos, supostamente fornecem explicações para incidentes ou acidentes.

A seguir apresentaremos teorias e abordagens mais poderosas que efetivamente permitam a melhoria da segurança da construção.

2.2 SISTEMAS

Apesar das contribuições dos modelos de causalidade tanto para a compreensão de acidentes quanto para os programas de segurança em vigor, nenhum modelo sequencial, simples ou complexo, fornece uma adequada compreensão dos mecanismos subjacentes de acidentes na construção que permita um efetivo aprendizado organizacional buscando evitar sua repetição.

De acordo com Checkland (1999), “o conceito central de sistema incorpora a ideia de um conjunto de elementos interconectados que forma um todo, revelando propriedades que são propriedades do todo, em vez de propriedades de suas partes constituintes”.

Segundo Perrow (1999), referindo-se a sua análise de teoria de sistemas, “[…] esta se concentra nas propriedades dos próprios sistemas, em vez de nos erros que os proprietários, projetistas e operadores cometem ao fazê-las funcionar”. Em sistemas complexos, os desempenhos variam em função da variabilidade de subsistemas, de componentes e da complexidade de suas interações.

De acordo com Hollnagel (2006), a essência da visão sistêmica pode ser expressa por quatro pontos:

a) O desempenho normal tanto como as falhas são fenômenos emergentes;
b) O resultado das ações pode de vez em quando diferir do que foi intencionado, esperado ou requerido;
c) A adaptabilidade/flexibilidade do trabalho humano é a razão para sua eficiência;
d) A adaptabilidade/flexibilidade do trabalho humano é contudo também a razão das falhas que ocorrem, apesar de raramente ser a causa de tais falhas.

> O modelo sistêmico de acidentes se esforça para descrever o desempenho característico no nível do sistema como um todo em vez de no nível dos mecanismos de causa e efeito específicos ou de fatores epidemiológicos. Em vez de utilizar uma decomposição estrutural do sistema, a visão sistêmica considera os acidentes como sendo um fenômeno emergente e, portanto sendo uma parte “normal” do sistema (no sentido de ser algo que deve ser esperado) que ocorre como resultado de um conhecimento imperfeito e devido a restrições de recursos. (HOLLNAGEL, 2004)

Modelos sistêmicos enfatizam a necessidade de basear a análise de acidentes na compreensão das características funcionais do sistema, em vez de em pressupostos ou hipóteses sobre mecanismos internos ou encadeamentos de causa e efeito e tentam deliberadamente evitar uma descrição de um acidente como sendo uma relação sequencial ou ordenada entre eventos individuais, ou até mesmo como uma concatenação de condições latentes e são, portanto, mais difíceis de serem representados graficamente.

> […] A essência de um modelo sistêmico não pode ser capturada por nenhuma das representações baseadas em árvores ou por gráficos simples. A razão é que todas essas representações incorporam a noção de um desenvolvimento sequencial que é inadequada para mostrar as dependências funcionais que são tão importantes para a visão sistêmica. (HOLLNAGEL, 2004)

Como consequência da visão sistêmica, de acordo com Hollnagel (2006), “o potencial para acidentes (complexos) não pode ser descrito por uma estrutura rígida tal como uma árvore, gráfico ou rede, mas deve invocar alguma forma de representar acoplamentos ou ligações dinâmicos”.

> Um modelo sistêmico adota um ponto de vista funcional no qual a resiliência é a capacidade de uma organização em se ajustar eficientemente a influências prejudiciais em vez de evitar ou resistir a estas. Um estado inseguro pode emergir porque os ajustes do sistema são insuficientes ou inapropriados em vez de porque algo falha. (HOLLNAGEL, 2006)

Por outro lado, a experiência decorrente de vários diferentes domínios é, contudo, que os métodos de investigação de acidentes correntes são frequentemente incapazes de lidar com as dinâmicas complexas e as dependências que caracterizam os sistemas sociotécnicos atuais. Em grande proporção, os métodos de investigação determinam como os acidentes serão investigados, como as causas serão encontradas, e como recomendações serão feitas. (LUNDBERG; ROLLENHAGEN; HOLLNAGEL, 2009)

Seguindo essa mesma linha, Dekker (2011) afirma que, “o aumento da complexidade na sociedade ultrapassou nosso entendimento de como os sistemas complexos funcionam e falham: […] nós não possuímos teorias bem desenvolvidas para compreender como a complexidade se desenvolve”.

No caso de componentes tecnológicos, de acordo com Hollnagel (2012a), a variabilidade de desempenho é devida parcialmente a imperfeições de fabricação e

operação e, em parte, a limitações de concepção no sentido de que existem condições de trabalho e combinações de *inputs* que não foram antecipadas.

Ainda de acordo com Hollnagel (2012a), no caso de seres humanos e sistemas sociais, existem muitas razões diferentes para a variabilidade de desempenho, a principal delas sendo a capacidade humana em ajustar o seu desempenho às condições atuais e à falta de constância de funções cognitivas e de percepção, isto é, realizar atividades com poucas informações e o mínimo esforço físico e cognitivo.

2.2.1 Diferença entre controle *feedback* e controle *feedforward*

Segundo Hollnagel (2008b), "um controle '*feedback*' tenta reduzir diferenças entre um estado atual e um estado planejado ou desejado. Os princípios básicos são primeiramente que um desvio é detectado e, em seguida, uma ação corretiva é tomada".

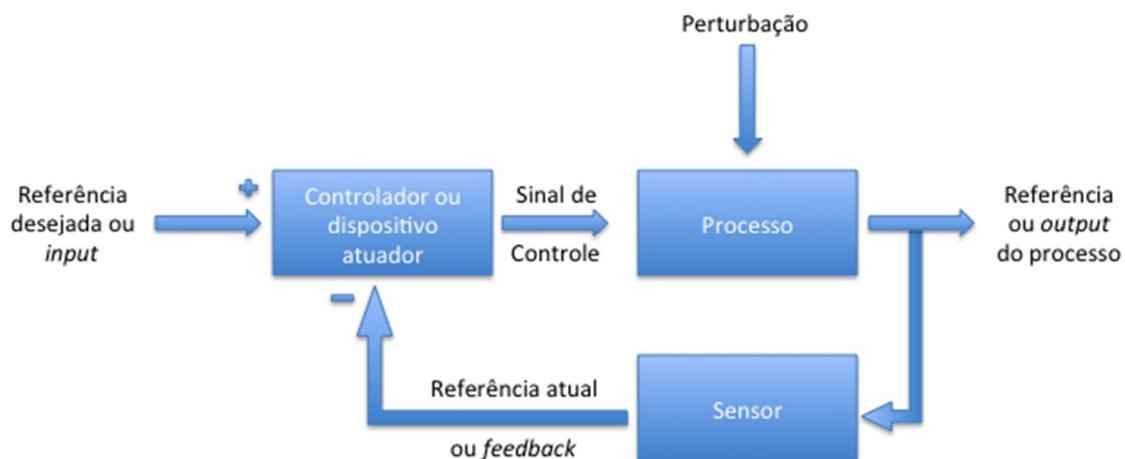



Figura 2.2-1: Controle feedback em circuito fechado. Adaptado de Hollnagel (2008b)

O controle pode ser exclusivamente baseado em dados e lida com desvios de um comportamento desejado do sistema e, requer que o controlador meça a variável (*output*), identifique a discrepância, e reaja a perturbações. O controle *feedback* rememora porque necessita esperar até que uma perturbação tenha acontecido e tenha tido um efeito, cf. figura 2.2-1.

Ainda de acordo com o mesmo autor, "um controle '*feedforward*' tenta trazer o sistema de um estado atual para um estado (futuro) desejado. A diferença crucial é que o *input* para o processo (sinal de controle) também pode se basear em diferenças esperadas em vez de reais", cf. figura 2.2-2.

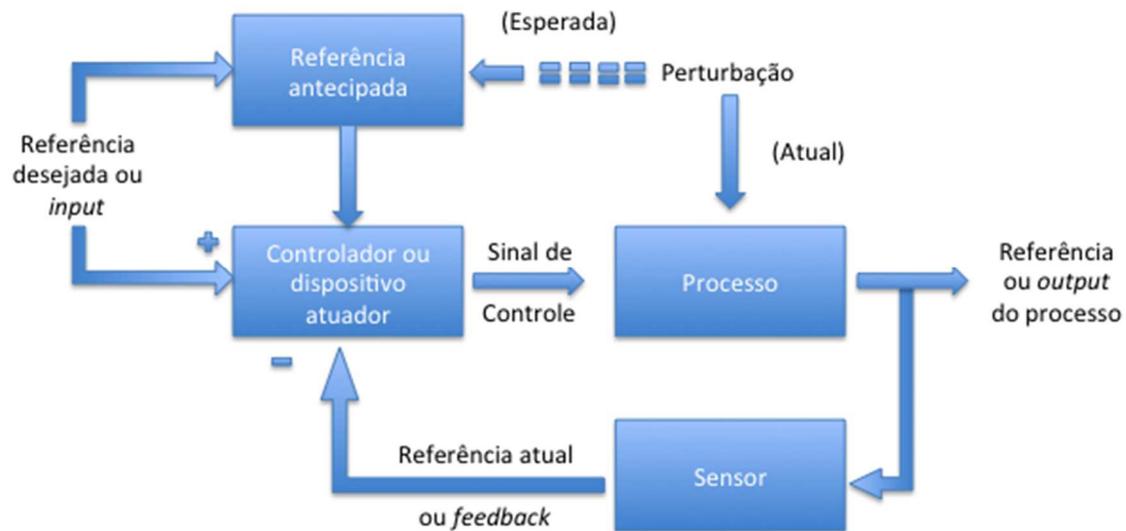



Figura 2.2-2: Controle feedforward. Adaptado de Hollnagel (2008b)

O controle deve ser conduzido por um modelo que descreva o processo assim como as possíveis perturbações do entorno. O controle *feedforward* pode ser mais rápido e eficiente porque olha para frente, isto é, responde a perturbações e desvios antecipados em vez de vigentes.

2.2.2 Gestão de segurança como um controle *feedforward*

O gerenciamento da segurança não pode ser efetivo se baseado somente em *feedback*. “Como a gestão de segurança fundamentalmente é o controle de um processo dinâmico parece razoável [...] descrever o que a segurança deveria fazer, em vez de o que ela normalmente faz”. (HOLLNAGEL, 2008b) Uma forma de conseguir isso é modificando a descrição do controle *feedforward* cf. figura 2.2-2, para que se aplique ao gerenciamento da segurança, cf. figura 2.2-3.

A vantagem benéfica de aplicar essa visão mais sistemática é que o modelo de controle identifica claramente um conjunto de cinco problemas fundamentais: o objetivo, as opções de controle, o modelo de processo, a natureza das ameaças, e as medições, cf. figura 2.2-3. Estas cinco dimensões da segurança tornam mais fácil compreender quais são os requisitos para um sistema de gestão de segurança efetivo e também o que necessita ser feito em termos de desenvolvimento conceitual e metodológico.

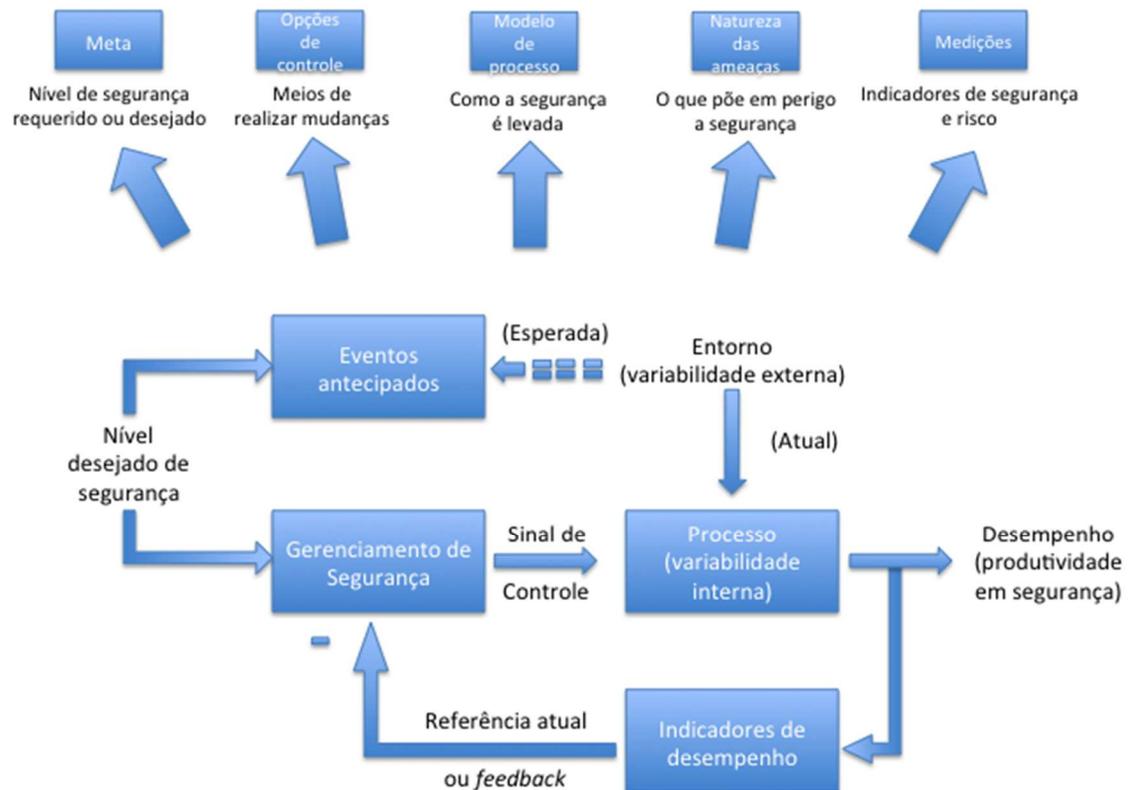



Figura 2.2-3: Gerenciamento de segurança como um controle feedforward. Adaptado de Hollnagel, (2008b)

Alguns dos métodos mais recentes existentes para análise de acidentes foram concebidos para tratar os sistemas complexos e suas interações, como por exemplo, os métodos STAMP (LEVESON, 2004, 2011), AcciMap (RASMUSSEN, 1997; RASMUSSEN; SVEDUNG, 2000) e FRAM (HOLLNAGEL, 2004, 2012a).

Segundo Almeida (2008), “uma das alternativas sugeridas ao emprego de abordagens sequenciais é o emprego da análise funcional estruturada, adotando como princípio básico a caracterização da função desenvolvida no sistema”.

O método de análise de ressonância funcional – FRAM (HOLLNAGEL, 2004, 2012a) foi desenvolvido segundo o arcabouço da Engenharia de Resiliência para fornecer uma abordagem prática a fim de descrever e analisar falhas emergentes de sistemas sociotécnicos complexos de grande escala.

2.3 ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

Quando se acessa o portal da *Science Direct* pesquisando por *Resilience Engineering*, observa-se que o tema é relevante, pois o resultado ultrapassa os

9.000 artigos, com um viés de alta desde o ano de 1998, sendo que outro indicador de sua relevância reside no fato de já existirem 83 artigos reportados para o ano de 2012.

A gestão da Segurança se baseia sobre um ciclo de melhoria contínua de dispositivos técnicos, humanos e organizacionais de prevenção e de proteção contra ameaças que podem afetar uma organização. A eficácia deste sistema, segundo Rigaud (2010) repousa sobre três hipóteses:

a) o sistema possui a faculdade de identificar e formalizar o conjunto das ameaças podendo afetá-lo com um grau de precisão que permite a especificação dos dispositivos de prevenção e de proteção;
b) o sistema possui os meios para conceber, realizar, empregar e manter o conjunto dos dispositivos de prevenção e de proteção para o conjunto das ameaças identificadas;
c) os dispositivos de prevenção e de proteção cumprem com o seu papel qualquer que seja a situação.

As mudanças da sociedade industrial em direção a um aumento da complexidade e a uma interdependência crescente dos sistemas uns com os outros resultaram na impossibilidade de satisfazer ao conjunto destas hipóteses.

> Os sistemas sociotécnicos são formados por sistemas técnicos interdependentes geridos por conjuntos de coletivos de agentes humanos que interagem entre si e com os sistemas técnicos. Deste modo, a segurança operacional de um sistema sociotécnico não pode levar em consideração apenas os fatores relativos à segurança do sistema técnico e do sistema social (caracterizado por coletivos de agentes humanos). Além disso, é necessário considerar as interações entre eles. (VIDAL et al., 2006)

No entanto, os esforços de segurança atualmente empregados pelas empresas do segmento da construção e montagem industrial ainda são basicamente medidos somente pela redução da magnitude ou da quantidade de resultados indesejados (quantidades de acidentes com lesão com afastamento e sem afastamento e de incidentes) que são a consequência de eventos adversos.

Em contraponto, segundo Woods e Hollnagel (2006), existe uma alternativa possível, a saber, a Engenharia de Resiliência que propõe uma nova abordagem ao pensar sobre a segurança de sistemas, “[...] em um mundo de recursos finitos, de

incerteza irreduzível, e de múltiplos objetivos conflitantes, a segurança é criada por meio de processos resilientes proativos em vez de barreiras e defesas reativas”.

A Engenharia de Resiliência se baseia nas seguintes premissas (HOLLNAGEL, 2010):

a) condições de desempenho são sempre generalizadas (sub-especificadas). Indivíduos e organizações devem, portanto ajustar sistematicamente o seu comportamento para corresponder às situações em vigor e aos recursos disponíveis. Como recursos e tempo são finitos, tais ajustes serão inevitavelmente aproximados;

b) alguns eventos adversos podem ser atribuídos a uma falha ou uma disfunção de componentes e funções normais do sistema, mas outros não podem. Estes últimos podem ser estudados como sendo o resultado de combinações inesperadas de variabilidade de desempenho dos sistemas;

c) o gerenciamento de segurança não pode se basear exclusivamente em eventos ocorridos no passado, nem tampouco em tabulações de erro e no cálculo das probabilidades do surgimento de falhas. O gerenciamento de segurança deve ser proativo tanto quanto reativo;

d) a segurança não pode ser abordada isoladamente das outras funções da gestão das organizações, do processo essencial do negócio; nem vice-versa. A segurança é pré-requisito para a produtividade, e a produtividade é pré-requisito para a segurança. A segurança deve, portanto ser conseguida por melhorias em vez de restrições.

Segundo Hollnagel (2006), a Engenharia de Resiliência pode ser definida como “a capacidade de um sistema ou uma organização em reagir a e recuperar-se de perturbações em um estágio inicial, com efeitos mínimos sobre a estabilidade dinâmica”.

De acordo com Woods (2006), “resiliência se refere à capacidade mais abrangente de quão bem pode um sistema lidar com rupturas e variações que caem fora dos mecanismos/modelos de base para ser adaptativos, como definido naquele sistema”.

Por outro lado Leveson et al. (2006) entendem que a, "[...] resiliência é a capacidade de sistemas em prevenir ou se adaptar às mudanças nas condições de maneira a manter (o controle sobre) uma propriedade do sistema".

Finalmente, Nemeth et al. (2008) entendem que "resiliência é a capacidade de sistemas de montar uma resposta robusta a demandas imprevistas, imprevisíveis, e inesperadas e de retornar ou até mesmo continuar operações normais".

A resiliência é um conceito que tem sua origem na tecnologia dos materiais do século XIX, e tem sido aplicado ao longo dos últimos 40 anos por inúmeras disciplinas tais como sistemas ecológicos, sociais, técnicos, e socioecológicos.

Tem se tornado um conceito central unificador no gerenciamento de desastres e na ciência da sustentabilidade. O aspecto positivo é que a resiliência se tornou uma ponte interdisciplinar promissora; o aspecto negativo sendo a dificuldade de controlar um termo 'semanticamente sobrecarregado'. As diferentes definições de resiliência são frequentemente relacionadas a conceitos adicionais que por sua vez possuem significados variados dependendo do contexto.

Estas variadas definições acerca do conceito de resiliência elaboradas pelos mais renomados especialistas em Engenharia de Resiliência geraram diversos estudos que propuseram características e princípios de delineamento de sistemas resilientes (NEMETH et al., 2009; COSTELLA; SAURIN; GUIMARÃES, 2009).

Este trabalho adotou a seguinte redação como definição para resiliência:

> Um sistema resiliente é capaz de ajustar efetivamente seu funcionamento antes de, durante, ou após mudanças e perturbações, de forma a poder continuar a desempenhar como requerido depois de uma ruptura ou falha maior, e na presença de tensões contínuas. (HOLLNAGEL, 2009b)

Esta última definição de resiliência implica, segundo Hollnagel (2009b, 2011), em quatro princípios, cf. figura 2.3-1, cada qual representando uma capacidade essencial necessária para que um sistema possa ser resiliente:

a) *saber o que fazer* ou a capacidade de responder a eventos. Como responder a rupturas e perturbações regulares e irregulares por meio do ajuste do funcionamento normal. Isso é a capacidade de lidar com o atual;
b) *saber o que procurar* ou a capacidade de monitorar desenvolvimentos correntes. Como monitorar o que é ou pode se tornar uma ameaça de

curto prazo. O monitoramento deve cobrir a ambos, o que acontece no entorno e, o que acontece no próprio sistema, isto é, seu próprio desempenho. Isso é a capacidade de lidar com o crítico;

c) *saber o que esperar* ou a capacidade de antecipar futuras ameaças e oportunidades. Como antecipar desdobramentos e ameaças mais adiante no futuro, tais como rupturas potenciais pressões e suas consequências. Essa é a capacidade de lidar com o potencial;

d) *saber o que aconteceu* ou a capacidade de aprender igualmente com as falhas e sucessos passados. Como aprender da experiência, em particular como aprender as lições corretas da adequada experiência. Essa é a capacidade de lidar com o fatual.

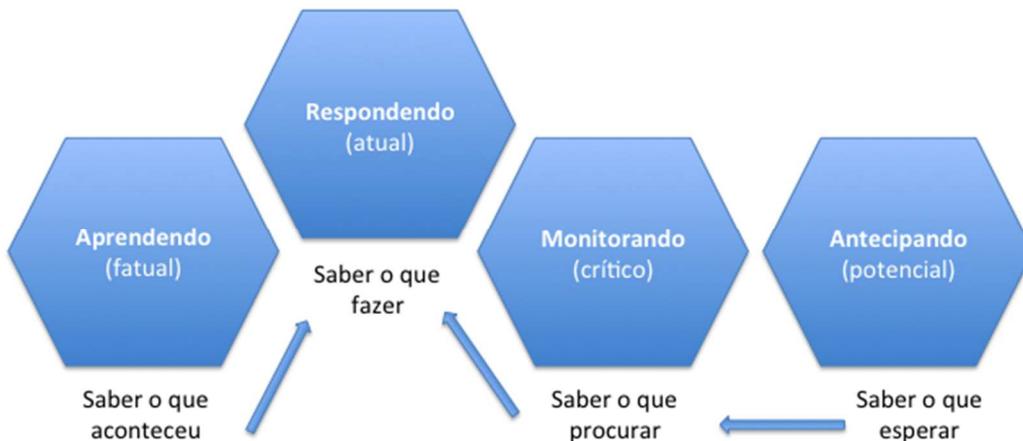



Figura 2.3-1: As quatro pedras angulares da resiliência. Adaptado de Hollnagel (2009b)

Essa abordagem entra em confronto direto com a visão estabelecida de que os resultados indesejados são causados pelos chamados defeitos e falhas. De acordo com Hollnagel (2008a), “a Engenharia de Resiliência deixa claro que falhas e sucessos são fenômenos intimamente relacionados e não opostos incompatíveis”.

Segundo Hollnagel (2011), “a Engenharia de Resiliência, contudo, define segurança como a capacidade de ter sucesso em condições variáveis. [...] é igualmente importante estudar as coisas que dão certo assim como coisas que dão errado”.

> Na Engenharia de Resiliência, falhas não implicam em uma ruptura ou disfunção de um sistema normal. Em vez disto, elas representam uma incapacidade do sistema em adequadamente se adaptar a perturbações e mudanças no mundo real dados recursos e tempo limitados. Desta forma, o sucesso é definido pela capacidade do sistema em monitorar a mudança do

> perfil de risco e tomar ações a tempo para prevenir a possibilidade de dano. A falha, nesse contexto, é simplesmente a ausência desta capacidade, quando necessária. (MADNI; JACKSON, 2009)

A visão alternativa proposta pela Engenharia de Resiliência é que ambos os sucessos e fracassos são resultados da variabilidade do desempenho normal. (HOLLNAGEL; WOODS; LEVENSON, 2006)

Segundo o conceito de resiliência, compensa investir (tempo, recursos e trabalho) em gestão de variabilidade de desempenho, em vez de investir na sua eliminação ou restrição, pois isso permite melhor monitorar e atenuar a variabilidade que pode levar a resultados indesejados isto é, aquela que se deseja evitar. Consequentemente, permite antecipar, monitorar e reforçar a variabilidade que pode levar a resultados positivos ou sucessos; aquela que se deseja incentivar (HOLLNAGEL, 2008a).

Tais considerações correspondem à visão do modelo sistêmico de acidentes, segundo a qual os acidentes geralmente são devidos a coincidências ou a combinação de condições e ocorrências, cada uma das quais necessárias, mas nenhuma delas suficientes para levar ao acidente. Isto reforça a visão funcional, visto que concorrências ocorrem entre eventos e funções em vez de entre componentes.

> Em vez de procurar causas devemos procurar por concorrências, e em vez de enxergar concorrências como exceções devemos vê-las como normais e, portanto também como sendo inevitáveis. [...] é a concorrência de um número de eventos, bem no limite do ordinário, que constitui uma explicação para o acidente ou evento. (HOLLNAGEL, 2006)

Segundo Hollnagel (2010b), “para sistemas intratáveis, os riscos emergem em vez de resultarem de algo, e tipicamente representam combinações de variabilidade de desempenho de sistemas sociotécnicos em vez de consequências de falhas e defeitos”.

Segundo Rasmussen (1997), o gerenciamento de risco deve ser modelado por meio de estudos interdisciplinares, considerando o gerenciamento de risco como sendo um problema de controle e servindo para representar a estrutura de controle envolvendo todos os níveis da sociedade para cada categoria de risco particular. Isto, ele argumenta, “requer uma abordagem orientada para sistema baseada em uma abstração funcional em vez de uma decomposição estrutural”.

Portanto, uma análise de tarefas focada em sequencias de ações e desvios ocasionais em termos de erros humanos, deve ser substituída por um modelo de mecanismos moldando o comportamento em termos de restrições ao sistema de trabalho, limites de desempenho aceitável e critério subjetivo guiando a adaptação à mudança.

> [...] Uma vez que um número crescente de sistemas sociotécnicos é intratável, na prática, é impossível alcançar um nível aceitável de segurança através de medidas de precaução por si só, isto é, pela eliminação de riscos, evitando um evento inesperado, ou pela proteção contra resultados indesejados. (HOLLNAGEL, 2008d)

A maneira apropriada de abordá-los é, portanto, identificar as situações ou condições em que estas podem ocorrer, por meio de técnicas alternativas, tais como gerenciamento de variabilidade de desempenho ou por meio da Engenharia de Resiliência.

A opção é entender como a variabilidade das ações humanas pode ser um recurso em vez de uma ameaça e definir a segurança como resiliência de um sistema. Para isso, é necessário descrever o sistema em detalhes permitindo que os eventos possam se desenvolver de uma maneira mais previsível.

No que diz respeito às investigações de acidentes, isto significa que o objetivo é entender como os eventos adversos podem ser o resultado de combinações inesperadas de variações no desempenho normal, evitando assim a necessidade de olhar para um dado erro humano, falha tecnológica, ou para uma causa raiz.

Partindo da premissa de que os riscos e os acidentes ocorrem a partir de combinações inesperadas de variabilidade de desempenho normal, então a hipótese de causalidade deve ser parcialmente abandonada. Se em sistemas complexos os efeitos (os riscos e os acidentes) nem sempre podem ser linearmente conectados a causas (falhas e defeitos de componentes), então os métodos para análise de acidentes em sistema complexos como a construção não podem se restringir a explicações causais.

De maneira a levar em conta esses fenômenos mais complexos, a Engenharia de Resiliência utiliza o princípio da ressonância para representar como a variabilidade de desempenho normal pode combinar dinamicamente em modos que podem levar a efeitos (não lineares) desproporcionais (HOLLNAGEL, WOODS e LEVENSON, 2006). O princípio da ressonância funcional está descrito em detalhe no anexo A.

> A alternativa é desenvolver métodos para a investigação de acidentes e de avaliação de risco que descrevam as funções do sistema, em vez de componentes ou estruturas, e que possam explicar a propagação não linear de eventos. Isto pode, por exemplo, ser conseguido através da ressonância funcional em vez da causalidade e, empregando a variabilidade de desempenho normal em vez de mau funcionamento. (HOLLNAGEL, 2008c)

A adoção desta nova visão criou a necessidade de uma abordagem que pudesse representar a variabilidade do desempenho normal do sistema, e de métodos que pudessem usá-la para fornecer explicações mais abrangentes sobre acidentes assim como a identificação de riscos potenciais.

A Engenharia de Resiliência provê, portanto, a base conceitual para uma nova perspectiva sobre segurança cujo protótipo condutor é atualmente o método de análise de ressonância funcional - FRAM. De acordo com Hollnagel (2008b), “seguindo os preceitos da Engenharia de Segurança, segurança é algo que uma organização faz, em vez de algo que uma organização possui. Em outros termos, é um processo em vez de um produto”.

De acordo com Hollnagel (2011), “para a Engenharia de Resiliência a compreensão do funcionamento normal de um sistema sociotécnico é a base suficiente e necessária para a compreensão de como este falha”.

Contudo, a Engenharia de Resiliência não descarta inteiramente os métodos e técnicas que foram desenvolvidos pelas indústrias nas últimas décadas; tão somente difere na perspectiva que adota sobre a segurança.

> A maioria dos sistemas de gestão empregados pelas grandes construtoras que voltam seus esforços para melhorar a segurança seguindo o padrão usual irão inevitavelmente se concentrar em como reduzir os defeitos e falhas. Isso pode reduzir o risco, mas terá pouco efeito sobre a capacidade geral em ter sucesso, em produzir, e em ser seguro. (HOLLNAGEL, 2008b)

A Engenharia de Resiliência concentra-se em flexibilidade e nas capacidades adaptativas de uma organização ou de um sistema. Contudo, o campo da Engenharia de Resiliência ainda não atingiu a maturidade de seus predecessores no que diz respeito aos métodos disponíveis para serem aplicados no campo.

> A proposta apresentada indica caminhos que ampliam o perímetro de análises de acidentes e rompe com práticas tradicionais. a) na apresentação da noção de gestão da variabilidade de desempenho com ênfase no monitoramento de condições que influenciam essa variabilidade e, b) na busca de estratégias capazes de identificar e reduzir aspectos capazes de afetar desempenhos, provocar variabilidade e participar nas origens de acidentes. (ALMEIDA 2008)

Aos novos métodos alternativos de investigação de acidentes relacionados à resiliência como FRAM (HOLLNAGEL, 2004, 2012a) somam-se a outras iniciativas em curso, como, por ex. o modelo STAMP (LEVESON 2004, 2011) que por sua vez também já foi objeto de estudos acadêmicos (HARDY, 2010).

Madni e Jackson (2009) afirmam que modelos sistêmicos de acidentes tais como "[...] FRAM e STAMP já começaram a mostrar o que se deve monitorar (a possibilidade de ressonância indesejada, o afrouxamento das restrições do sistema, ou a erosão do controle entre camadas hierárquicas organizacionais)". Todavia, estes também compartilham duas desvantagens práticas, a saber: ambos demandam um conhecimento aprofundado do assunto e de sua teoria e, comparativamente requerem mais tempo para sua utilização em relação aos métodos usados na indústria.

A compreensão de acidentes deve sempre permanecer aberta a reinterpretações, seja em razão da ocorrência de novos fatos, seja pela melhoria de nossos conhecimentos. Prova disso é o conhecido modelo do Queijo Suíço (REASON, 1990, 1994) que foi revisitado pelo autor e especialistas a fim de atualizar as mudanças em relação ao modelo original e responder às críticas ao modelo emitidas por especialistas (REASON; HOLLNAGEL; PARIÈS, 2006).

O próprio método FRAM (Hollnagel, 2004), cujo acrônimo inicialmente significava modelo de acidentes de ressonância funcional, tem sido continuamente aprimorado por meio de simpósios anuais e em sua configuração mais recente (Hollnagel, 2012a) tem como propósito construir um modelo de como as coisas funcionam (*method-sine-model*) em vez de interpretar o que acontece em termos de um modelo (*model-cum-method*).

2.4 OS MODELOS DE ACIDENTES

> Na literatura de acidentes, vez por outra, ganha evidência o tema de como os modelos ou as concepções de acidentes adotados pelas equipes de análises direcionam a busca de fatores e a construção de explicações sobre como aconteceu o evento em questão. Em outras palavras, sobre como os pressupostos implícitos ou explícitos nos conceitos e técnicas usados pelas equipes de segurança influenciam nos resultados das práticas de análise de acidentes. (ALMEIDA, 2008)

2.4.1 Os três estágios

Segundo Nemeth et al. (2008), nos anos 60 a atribuição citada com mais frequência como causa de eventos adversos foi a tecnologia e os equipamentos. Atribuições relativas ao desempenho humano tiveram um pico ao longo dos últimos 40 anos, enquanto atribuições relativas à organização só recentemente tiveram um aumento.

O objetivo de uma investigação de um acidente era, portanto, frequentemente encontrar o "erro humano" que tanto era a causa primária (ou mesmo “raiz”) ou o evento inicial. Inicialmente, os modelos foram baseados em propagações de causa e efeito relativamente simples (HEINRICH, 1959). Essa maneira de ver as coisas foi amplamente adotada e de certa forma ainda permanece como o padrão de referência na indústria da construção pesada, apesar de suas notórias limitações (MANUELE, 2002, 2011).

Pelo final da década de 70, essa visão foi desafiada por uma quantidade expressiva de acidentes industriais ampliados que não puderam ser explicados em termos de simples causas e efeitos. Isso gerou a necessidade de buscar melhorar as explicações sobre as falhas de desempenho humanas para além do conceito de “erro humano” e de se levar em conta a complexidade, que infelizmente se tornou marca registrada, dos sistemas industriais de grande porte. Explicações se voltaram para procurar fatores modeladores de desempenho ou condições de desempenho que poderiam "forçar" as pessoas a falhar. Isso não removeu o conceito de um "erro humano", mas passou de um "mecanismo de erro” humano inerente para ser um produto das condições de trabalho e pressões de trabalho. (HOLLNAGEL, 2012c)

Embora essa mudança por um tempo tenha permitido às pessoas entender os acidentes de natureza mais complexa, ainda ficou aquém em uma série de situações. Isso levou ao reconhecimento, fortemente apoiado pela engenharia de resiliência, que os fracassos e os sucessos têm a mesma fonte, e que metaforicamente falando são dois lados da mesma moeda. (HOLLNAGEL, 2012c)

É relevante notar que métodos relacionados a fatores humanos entraram em cena após o acidente *Three Miles Island* em 1979, e que métodos organizacionais foram desenvolvidos em seguida aos acidentes de Chernobyl e da nave espacial *Challenger* em 1986.

Foram desenvolvidas então novas abordagens (LEVESON, 2004; HOLLNAGEL, 2004, 2012a), porque os métodos da época possuíam noções limitadas de causalidade; geralmente relações de causalidade lineares eram enfatizadas, e era difícil a incorporação de relações não lineares, como, por ex., a gestão de compromisso com a segurança e a cultura de segurança na organização, que são fatores essenciais para assegurar um clima de segurança adequado em locais de construção.

Quando se procede à análise de acidentes não se dispõe de todas as informações. É frequente também que o investigador tome como fatos meras observações fruto de sua experiência em situações anteriores ou ainda que se estabeleçam conclusões precipitadas sobre a relação causa e efeito entre dois eventos separados no tempo.

Cabe destacar que os fatos observados não são independentes do modelo de acidente adotado pelo responsável pela investigação. “O método direcionará a investigação para observar certas coisas em detrimento de outras” (LUNDBERG; ROLLENHAGEN; HOLLNAGEL, 2009). Segundo Hollnagel (2004), “a causa, em outras palavras, é construída em vez de encontrada […]”.

> Não existem regras de parada objetivas para rastrear as causas à montante para eventos à jusante. Em vez disso, a análise para uma vez que uma explicação faz sentido para o analista de acordo com a sua perspectiva, ou porque a trilha de informações se perde. A perspectiva incidindo do analista limita o leque de potenciais "causas". (RASMUSSEN; PERJTERSEN; GOODSTEIN, 1994)

As análises de acidentes e os métodos de avaliações de riscos foram desenvolvidos em resposta a problemas advindos de grandes desenvolvimentos tecnológicos ou a fim de lidar com novos tipos de acidentes.

A Figura 2.4-1 mostra a distribuição no tempo de alguns dos métodos de análise organizacionais mais conhecidos e utilizados para lidar respectivamente com problemas técnicos, de fatores humanos e organizacionais.

> Métodos devem claramente ser poderosos o suficiente para lidar com problemas encontrados em aplicações da vida real. Maneiras estabelecidas de pensar sobre acidentes, tal qual a analogia das brechas nas barreiras de segurança que se alinham, conhecido como Modelo do Queijo Suíço de Reason serão, portanto em algum momento incapazes de prevenir, predizer e explicar novos tipos de acidentes. (HOLLNAGEL, 2004)

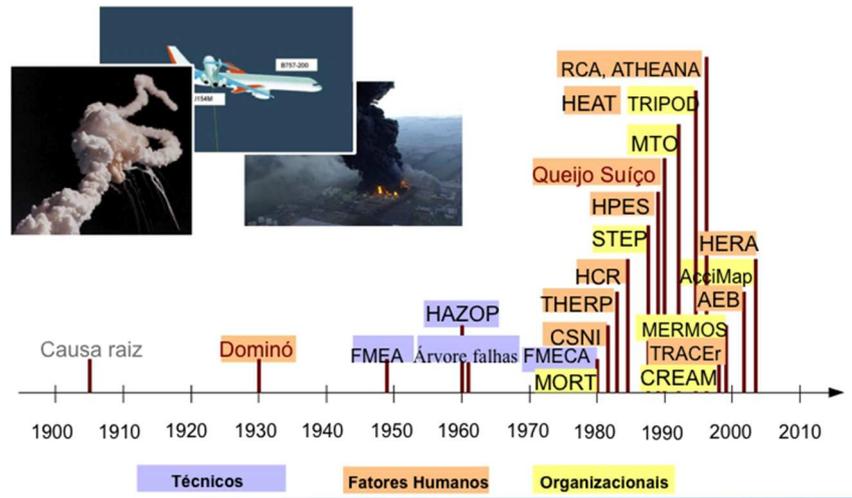



Figura 2.4-1: Métodos de análises organizacionais mais conhecidos e sua evolução ao longo do tempo. Adaptado de Hollnagel (2010c)

O modelo de acidentes é selecionado baseando-se em como se imaginam que os acidentes tenham ocorrido. Segundo Hollnagel (2004), "os modelos de acidentes podem ser descritos como tendo passado por três estágios principais, chamados de modelos sequenciais, epidemiológicos e sistêmicos".

> As ideias de Newton e Descartes praticamente definiram o modo pelo qual, nós no Ocidente, pensamos a respeito de ciência, sobre verdades, sobre causas e efeitos. E como nós pensamos sobre acidentes, suas causas, e o que devemos fazer para preveni-los. Talvez não seja facilmente percebido, mas nosso modo de ver o mundo não mudou muito nos últimos 300 anos. Todavia, a compreensão dos mecanismos, pelos quais se produzem os acidentes, mudou dramaticamente nos últimos vinte e cinco anos, pelo menos entre os especialistas de renome mundial. (DEKKER, 2011).

Modelos de eventos sequenciais de acordo com Hollnagel (2004) representam o acidente como sendo o produto de uma cadeia de eventos, onde um evento causa o seguinte, e assim por diante, até que uma falha ocorra. Modelos sequenciais não estão limitados a uma única sequência de eventos, mas podem ser representados na forma de hierarquias, tais como na tradicional árvore de eventos. Tais modelos foram adequados para sistemas industriais até a metade do século XX, porém são insuficientes para explicar acidentes em sistema mais complexos que hoje em dia são comuns.

Modelos epidemiológicos segundo Hollnagel (2004) adotam a visão de que existem fatores que acionam falhas desconhecidas em decisões gerenciais, procedimentos, equipamentos, etc. Descrevem, portanto acidentes em analogia com

a disseminação de uma doença, isto é, como o resultado de uma combinação de fatores manifestos e latentes que coexistem no tempo e no espaço. De acordo com essa abordagem um acidente resulta de uma combinação de agentes e fatores ambientais que juntos criam um cenário infeliz. Contudo, modelos epidemiológicos são somente tão fortes quanto à analogia por detrás deles e não conseguem lidar facilmente com acidentes, com a gama de detalhes existentes, para que se desenvolvam contramedidas específicas.

O modelo sistêmico de acidentes de acordo com Hollnagel (2004) se esforça para descrever o desempenho característico no nível do sistema como um todo em vez de no nível dos mecanismos de causa e efeito específicos ou de fatores epidemiológicos. Em vez de utilizar uma decomposição estrutural do sistema, a visão sistêmica considera acidentes como sendo um fenômeno emergente e, portanto é uma parte “normal” do sistema (no sentido de ser algo que deve ser esperado) que ocorre como resultado de um conhecimento imperfeito e devido a restrições de recursos.

A visão sistêmica enfatiza como funções são dependentes entre si e como acoplamentos inesperados podem aparecer repentinamente. Como a representação se encontra no nível de funções individuais, não existe descrição explícita da estrutura geral do sistema. Em vez disso, pode ser derivada de como conexões entre funções são especificadas. Essa estrutura, contudo, representa a organização formal das funções, quando tudo ocorre de acordo com os planos. Visto que é irreal supor que isso sempre seja o caso, é preferível empregar uma representação que torne possível levar em conta como os eventos podem se desenvolver na realidade.

Os três tipos de modelos de acidentes estão condensados no quadro 2.4-1. Cada tipo carrega consigo uma gama de premissas fundamentais sobre como uma análise de acidentes deve ocorrer e qual resposta deve ser aplicada.

Enquanto diversos métodos de análise de acidentes combinam os níveis técnicos, humanos ou organizacionais, a ressonância, contudo, deve ser tratada ao nível do sistema.

> [...] a vantagem destes modelos (de acidentes sistêmicos) é sua ênfase que a análise de acidentes deve ser baseada em um entendimento das características funcionais do sistema, em vez de em premissas ou hipóteses sobre mecanismos internos como fornecidas por representações padrão de, por ex., processamento de informação ou caminhos de falhas. (HOLLNAGEL, 2004).

Quadro 2.4-1: Os principais tipos de modelos de acidentes. Adaptado de Hollnagel (2004)

Tipo de modelo	Modelos **Sequenciais**	Modelos **Epidemiológicos**	Modelos **Sistêmicos**
Princípio de busca	Causas específicas e *links* bem definidos	Portador, barreira e condições latentes	Fortes acoplamentos e interações complexas
Objetivo da análise	Eliminar ou conter as causas	Fortalecer as defesas e barreiras	Monitorar e controlar a variabilidade de desempenho
Exemplos	Encadeamento linear de eventos (dominós) Árvores / Redes	Condições latentes Portador/barreiras Sistemas patológicos	Modelos da Teoria de controle/Teoria do caos Ressonância estocástica

Segundo Hollnagel (2004), o modelo de acidentes sistêmico é composto pelos seguintes componentes principais:

a) variabilidade de desempenho humana. Compreende ambas as variabilidades de desempenho, individual e dos sistemas sociais (organizações);
b) disfunções tecnológicas (defeitos) ou falhas totais sejam como mau funcionamento ou como degradação gradual de desempenho devido ao desgaste;
c) condições latentes em geral, que podem surgir de um número de condições;
d) barreiras ausentes ou degradadas.

A figura 2.4-2 abaixo tenta mostrar que as quatro forças principais não se combinam simplesmente linearmente e desta forma levando a um acidente ou incidente. Em vez disso o modelo sugere que sua influência é mediada ou sustentada pela ressonância funcional. Quando consideradas separadamente cada fonte de variabilidade (humano, tecnologia, condições latentes, barreiras) constitui um sinal fraco e as outras fontes são o ruído aleatório. Embora o modelo seja

representado com estas quatro forças, ele pode ser ampliado sempre que necessário.

> O princípio da ressonância funcional nos diz que em algum momento e local eles irão combinar-se de modo tal que o sinal fraco (variabilidade humana, falha técnica, condições latentes ou barreira enfraquecida) irá aumentar e levar a um resultado detectável e não pretendido. (HOLLNAGEL, 2004)

Figura 2.4-2: FRAM como um modelo de acidente sistêmico. Adaptado de Hollnagel (2004)

O método FRAM, cujas premissas de análise encontram-se no quadro 2.4-2, já foi objeto de diversas publicações acadêmicas (MACCHI, 2010; WOLTJER, 2008, 2009; CARVALHO, 2011) voltadas para o setor da aviação assim como foi aplicado em vários estudos científicos (BELMONTE, 2011), voltado para o setor ferroviário e (HERRERA; WOLTJER, 2010) comparando-o com outro modelo multilinear.

Também foi apresentado e discutido em diversos congressos, simpósios e seminários internacionais (HOLLNAGEL; GOTEMAN, 2004; HOLLNAGEL et al., 2008; MACCHI; HOLLNAGEL; LEONHARD, 2009; NOUVEL; TRAVADEL; HOLLNAGEL, 2007; TETSUO; YUKIO, 2006; WOLTJER, 2008; WOLTJER; HOLLNAGEL, 2007, 2008).

Constitui, portanto objeto de estudo relevante para os profissionais de área de gerenciamento de riscos e de segurança do trabalho.

Quadro 2.4-2: Premissas para uma análise FRAM. Adaptado de Hollnagel (2004)

Tipo de Modelo	Modelo **Sequencial**	Modelo **Epidemiológico**	Modelo **Sistêmico**
Estrutura do modelo	Decomposto estruturalmente	Decomposto estruturalmente	Decomposto funcionalmente
Dinâmicas do modelo	Independência linear	Dependência linear	Dependências não lineares
Representação típica	Árvore de eventos, árvore de falhas	Barreiras (Queijo Suíço)	Módulos funcionais (ressonância)
Método de avaliação de riscos	THERP, HAZOP, FMEA	Queijo Suíço, TRIPOD	FRAM

2.5 O MÉTODO TRIPOD

A abordagem TRIPOD para a análise de acidentes (WAGENAAR et al, 1994; GROENEWEG, 2002) se concentra sobre a integração de erro humano na compreensão do processo de acidente, de forma sistemática, de modo a ser capaz de tomar medidas corretivas eficazes. Central para a ideia de como acontecem os acidentes é o conceito de falhas subjacentes, fraquezas de uma organização; existem causas que estão por detrás das falhas imediatas. Estas causas subjacentes são falhas latentes que têm estado presentes por um longo tempo. A noção de falhas subjacentes ou latentes é condensada no que são chamados os tipos gerais de falhas que são abstrações que podem ser distinguidas das falhas específicas, sejam técnicas ou organizacionais, ou os atos inseguros de indivíduos. Tipos gerais de falhas são maneiras nas quais a falha pode ocorrer.

As figuras 2.5-1 e 2.5-2 mostram como acidentes representam um conjunto de atos inseguros e eventos desencadeadores que superam as defesas disponíveis.

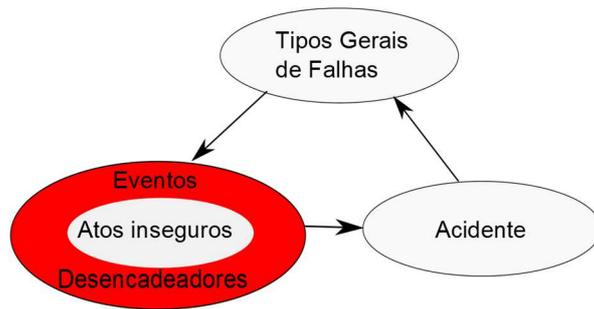



Figura 2.5-1: A figura básica TRIPOD. Adaptado de Hudson et al. (1991)

A teoria TRIPOD enfatiza que as causas imediatas (atos inseguros, erros das pessoas), não ocorrem isoladamente, mas são influenciadas por fatores externos – precondições organizacionais ou ambientais. Muitos destes fatores se originam a partir de decisões ou ações tomadas por planejadores ou gestores que estão distantes do local do acidente. As consequências destas ações são descritas no método TRIPOD como falhas latentes. Visto que pode se esperar que as falhas latentes, de acordo com sua natureza, tenham um impacto em um vasto front, identificá-las e tratá-las trará amplos benefícios em vez de simplesmente identificar as causas imediatas do acidente.

Uma análise de acidentes pelo método TRIPOD foca inicialmente no mecanismo de acidentes (os fatos relacionados aos eventos e suas consequências incluindo as potenciais consequências) e utiliza-o como uma estrutura para identificar medidas de gerenciamento de segurança (os controles e as defesas) que deveriam estar no lugar.

De acordo com a teoria TRIPOD, incidentes acontecem porque medidas de gerenciamento de riscos ou falharam ou estavam ausentes. A investigação e análise examinam, portanto, as falhas imediatas ou latentes por detrás de cada medida de gestão de riscos falha ou ausente, e propõe itens de ação pra lidar com estas. A ideia básica é a de que todos os acidentes seguem um cenário de base com os seguintes estágios ordenados em relação ao tempo. A história do acidente geralmente contém os últimos quatro estágios: o que as pessoas fizeram, como isso causou uma perturbação, como as barreiras cederam, e como tudo isso terminou em um acidente, cf. figura 2.5-3.

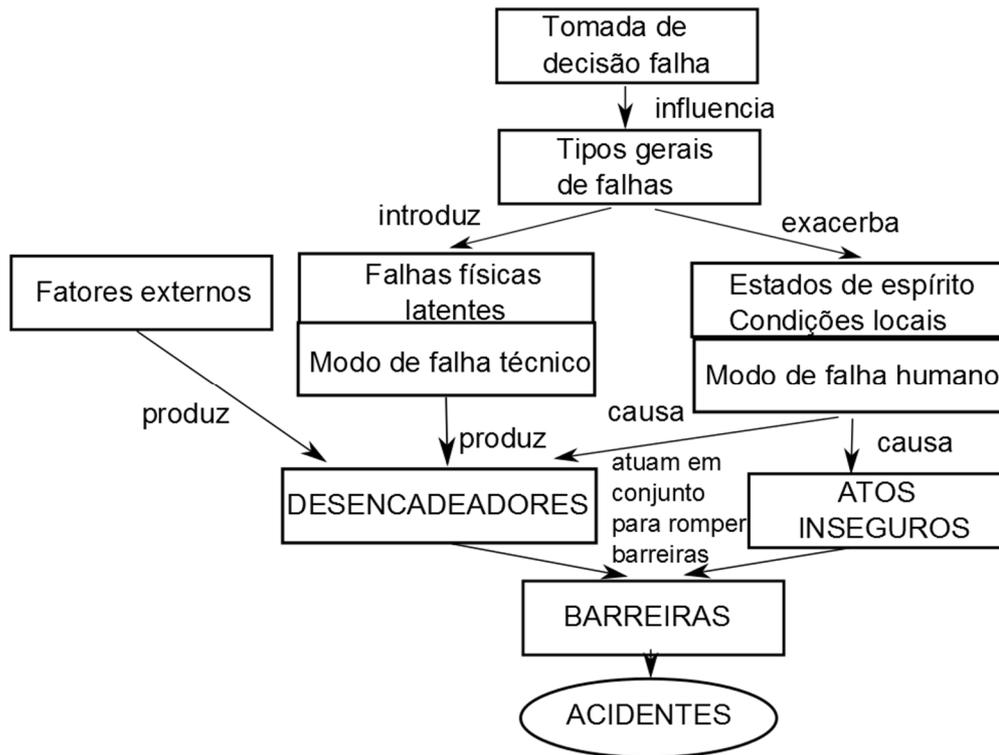



Figura 2.5-2: A sequência de causas de acidentes. Adaptado de Hudson et al. (1991)

O que normalmente é deixado de lado é a relação legal entre o comportamento abaixo do padrão e as condições operacionais existentes, e como, por que e por quem essas condições foram criadas. Como consequência, o comportamento abaixo do padrão é descrito mais como um evento de aberração do que como uma reação lógica ou pelo menos racional para a situação.

Deficiências nas situações de trabalho são chamadas de tipos gerais de falhas (GFTs), TRIPOD define 11 deles:

a) Concepção/Projeto - *Design* (DE);
b) Hardware (HW);
c) Procedimentos (PR);
d) Condições de Erros Forçados (CE);
e) Arrumação - *housekeeping* (HK);
f) Treinamento (TR);
g) Objetivos incompatíveis – *incompatible goals* (IG);
h) Comunicação (CO);
i) Organização (OR);
j) Gestão de Manutenção (MM);
k) Defesas (DF).

O objetivo da análise TRIPOD é produzir um perfil da medida em que os 11 GFTs estão presentes na organização.

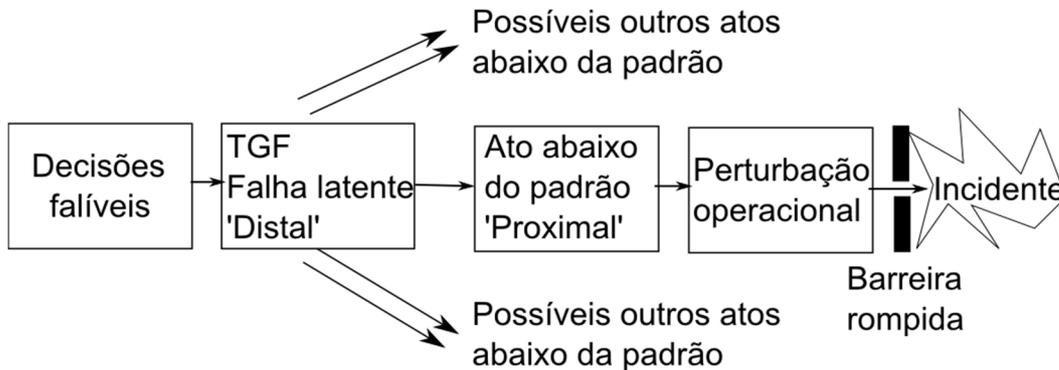



Figura 2.5-3: o modelo causal de acidentes TRIPOD. Adaptado de Wagenaar e van der Schrier (1997)

A principal filosofia por trás do TRIPOD é que o erro humano pode ser mais eficaz se controlado através do controle das condições de trabalho. TRIPOD concentra-se sobre fatores sistêmicos e a maneira pela qual as decisões de gestão podem propagar-se em condições precárias no local de trabalho. Ele tenta ajudar a organização a controlar as deficiências do processo de negócio e não focar no trabalhador individual ou nas consequências negativas como vazamentos ambientais, problemas de saúde, perdas financeiras, acidentes e incidentes.

Segundo Miranda, Cabral e Haddad (2002), “esta técnica consiste em identificar as fragilidades que contribuem para que um acidente ocorra e expor mecanismos de falhas latentes que propiciariam o acontecimento do mesmo”.

TRIPOD é uma ferramenta destinada a controlar os aspectos controláveis de erro humano: o ambiente de trabalho. Isto contrasta com a expectativa convencional de que a atenção deve ser dirigida ao trabalhador que realiza atos inseguros, suas atitudes, motivações e percepções de risco (WAGENAAR; GROENEWEG, 1987).

> TRIPOD claramente contém um modelo sequencial que descreve como diversas consequências paralelas eventualmente podem se fundir para produzir um resultado final. É também um modelo causal, no sentido que as linhas entre as caixas representam alguma forma de causalidade. (HOLLNAGEL, 2012a)

2.6 O MÉTODO ACCIMAP

Segundo Qureshi (2007), AcciMap é uma técnica de análise de acidentes baseada no arcabouço de gerenciamento de risco de Rasmussen (1997). Inicialmente, um número de cenários de acidentes é selecionado e as cadeias causais de eventos são analisadas usando um gráfico de causa-consequência. Um gráfico de causa-conseqüência representa uma generalização que agrega um conjunto de cursos de eventos acidentais.

Rasmussen (1997) e Rasmussen e Svedung (2000, 2002) consideram os acidentes em sistemas sociotécnicos complexos como o resultado de uma perda de controle sobre os processos de trabalho potencialmente perigosos, e enxerga a Segurança exigindo controle de processos de trabalho, de modo a evitar que efeitos colaterais acidentais causem danos a pessoas, ao meio ambiente, ou aos investimentos. O sistema controlando esses processos consiste de vários níveis (RASMUSSEN, 1997):

a) O nível de um governo, no qual regras e legislação são desenvolvidas para formalizar o controle sobre os processos perigosos;
b) Um nível de reguladores e associações, onde esta legislação é convertida em regras e regulamentos do setor;
c) O nível de uma empresa, onde os regulamentos são integrados em normas e políticas da empresa;
d) Um nível de gestão, onde as atividades de pessoal são dirigidas e supervisionadas com referência a estas regras e políticas, e
e) Os níveis de pessoal e de trabalho, onde as atividades imediatamente relacionadas com o controle dos processos perigosos ocorrem.

Estes níveis são conectados por um fluxo de decisões e de informação, com decisões que se propagam para baixo na forma de leis, regulamentos e políticas, e com informações ascendentes sobre o estado atual do sistema de propagação, cf. figura 2.6-1.

> O método faz referência à noção de ‘anatomia de um acidente’, que é um tipo simplificado de árvore de falhas que vai através de cinco etapas desde a causa raiz até o alvo ou vítima. A similaridade com o modelo Dominó é óbvia, apesar dos 70 anos de intervalo. A principal diferença entre eles é que AcciMap se refere ao sistema sociotécnico ampliado descrito como hierarquia de níveis. (HOLLNAGEL, 2012a)

Segundo Hollnagel (2012a), “o propósito de AcciMap é desenvolver um entendimento do contexto situacional mais amplo no qual a sequência de eventos ocorreu, perguntando repetidamente ‘Por que’ para cada fator casual descoberto”. O autor ressalta que, “procedendo desta forma, o método é similar a tantos outros, tal como o método ‘por que-porque’, ou até mesmo a Análise de Causa Raiz”.

AcciMap foi utilizado por Hopkins (2000) na análise da explosão de uma planta de gás em Longford na província de Victoria na Austrália e por Branford (2011) no acidente aéreo de Überlingen, Alemanha, entre um Tupolev e um Boeing 757-200.

A crítica de Hollnagel (2012a) sobre a prescrição dos seis níveis é que esta facilita a análise e a retratação gráfica dos resultados por um lado, mas também limita fortemente a análise restringindo-a somente a estes níveis por outro lado. A terminologia empregada, segundo o autor, restringe a descrição de influências causais que não correspondem à ordenação dos níveis. Em conclusão, os seis níveis podem ser uma maneira plausível de descrever alguns sistemas industriais, porém não se pode presumir sua aplicação em geral.

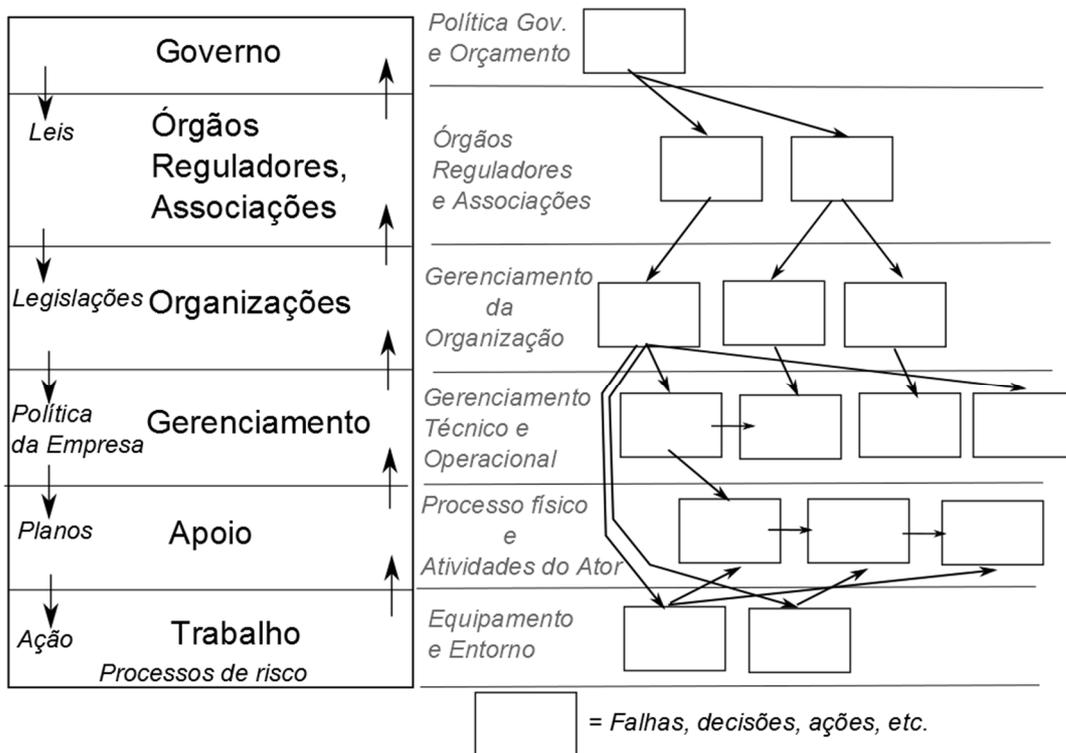



Figura 2.6-1: Modelo de gerenciamento de risco de Rasmussen e método AcciMap. Adaptado de Salmon, Cornelissen e Trotter (2012)

2.7 O MODELO STAMP

O modelo STAMP – *Systems-Theoretic Accident Modeling and Process* (LEVESON, 2004, 2011; LEVESON et al., 2006) de causa de acidentes é construído sobre três conceitos básicos – restrições de segurança, uma estrutura de controle de segurança hierárquica, e modelos de processo – juntamente com conceitos básicos de teoria dos sistemas.

Segundo Leveson (2011), no modelo STAMP "sistemas são vistos como componentes inter-relacionados mantidos em um estado de equilíbrio dinâmico por *loops* de controle *feedback*".

Hollnagel (2012a) afirma que STAMP "explica os acidentes como sendo o resultado de controles inadequados ou regulação inadequada de limitações relacionadas à segurança em vez de o resultado de falhas de componentes e disfunções".

Leveson (2011) afirma que no modelo STAMP, "sistemas não são tratados como processos estáticos, mas sim dinâmicos, que estão continuamente se adaptando para alcançar seus objetivos e reagir a mudanças neles próprios e em seu entorno".

> (STAMP) É claramente diferente de AcciMap e de TRIPOD. STAMP vê a segurança como um problema de controle: acidentes ocorrem se eventos e perturbações internos ou externos não são tratados ou controlados adequadamente. Isto pode mover o sistema além dos estados seguros implicados ou definidos pelas restrições de segurança, que especificam as relações entre as variáveis do sistema ou componentes, que constituem os estados seguros ou não arriscados do sistema. (HOLLNAGEL, 2012a)

Leveson (2011) afirma que, "a Segurança é uma propriedade emergente do sistema que é obtida quando restrições apropriadas sobre o comportamento do sistema e de seus componentes são satisfeitas".

> O processo levando a um acidente é descrito no modelo STAMP em termos de uma função de *feedback* adaptativa que falha em manter a segurança quando o desempenho do sistema se altera ao longo do tempo para atender a um conjunto complexo de metas e valores. (LEVESON, 2011)

Acidentes podem ser compreendidos utilizando STAMP, de acordo com Leveson (2011), "por meio da identificação das restrições de segurança que foram violadas e determinando porque os controles foram inadequados para fazer com que fossem cumpridos".

De acordo com Hollnagel (2012a), "o modelo representa como componentes são organizados (hierarquicamente) como base para o entendimento ou descobrimento

de interações imprevistas entre componentes”. As propriedades que emergem de um conjunto de componentes em um determinado nível da hierarquia são controlados pela restrição dos graus de liberdade destes componentes, portanto limitando o comportamento do sistema às mudanças seguras e adaptações impostas pelas restrições cf. figura 2.7-1.

Segundo Hollnagel (2012a), “STAMP é, contudo basicamente um método de análise causal linear baseado no modelo da teoria dos sistemas que contém um número de hipóteses sobre como os sistemas estão geralmente estruturados”.

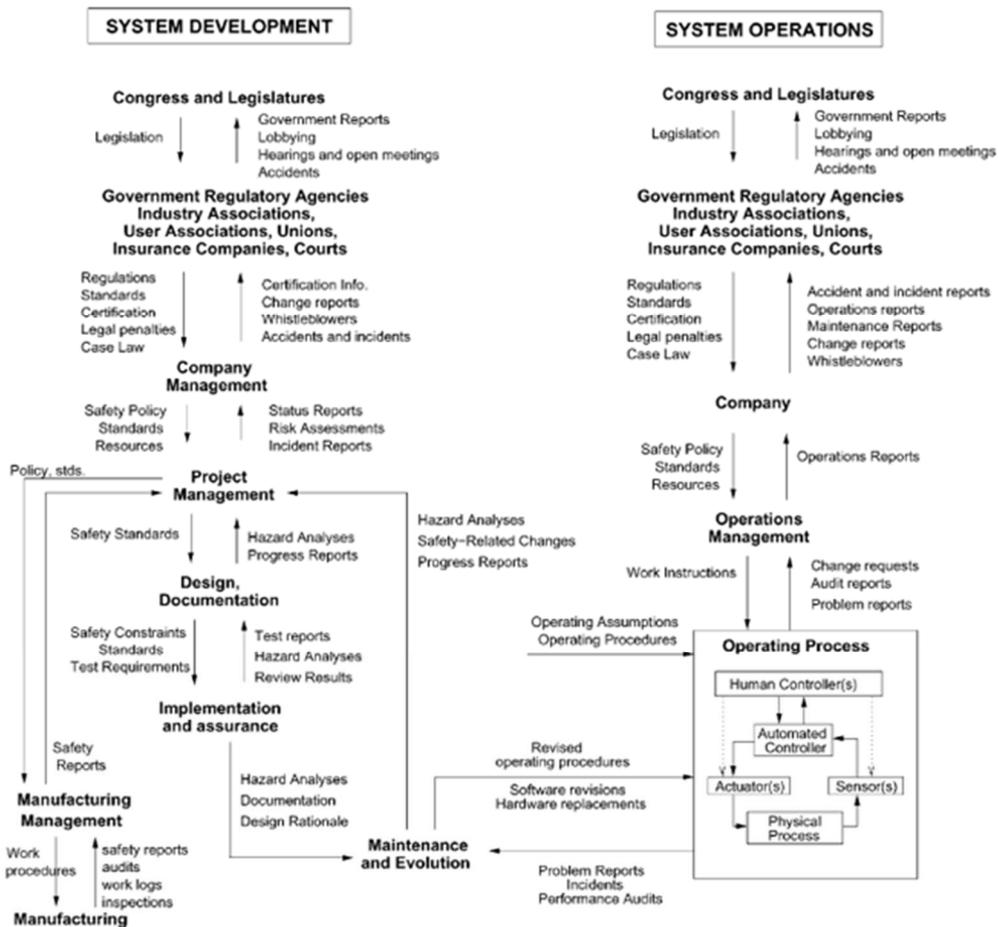



Fig. 4. General form of a model of socio-technical control.

Figura 2.7-1: Forma geral de um modelo de controle sociotécnico. Fonte: Leveson (2011)

2.8 O MÉTODO FRAM

Normalmente serão de pouca utilidade as tentativas de identificar as causas específicas de um acidente. Para cada acidente que tiver ocorrido sempre haverá uma constelação de fatores e condições que levaram ao acidente e, portanto, em certo sentido, foram a causa. Essa constelação é resultado de processo não linear e, por isso, tentar basear a prevenção nisto, isto é, em elementos isolados, escolhidos como “causas”, é improvável que produza um aprendizado na organização que minimize a possibilidade de novos eventos. Em casos de acidentes graves, é praticamente assegurado que a mesma constelação de fatores e condições não se apresente mais novamente, e consequentemente, que o mesmo acidente não ocorra novamente. Embora isso não exclua a possibilidade de que outro evento leve às mesmas consequências. Por isso, Hollnagel (2004), entende que para um efetivo aprendizado devamos “[…] nos esforçar para buscar o que é típico em um acidente em vez de aquilo que é único”.

O propósito de uma análise FRAM é identificar como o sistema deveria ter funcionado para que tudo tivesse sucesso (isto é, o desempenho "diário"), e para compreender a variabilidade das funções que, individualmente ou em combinação impediram que isso acontecesse. Isto é tipicamente a variabilidade que existia na situação a ser analisada, mas também poderia ser a variabilidade que possivelmente poderia existir sob outras condições.

Um modelo FRAM descreve as funções de um sistema e os acoplamentos potenciais entre funções, cf. figura 2.8-1 O modelo não descreve ou representa uma sequencia real de eventos, ou seja, um cenário de acidente. Um cenário de acidente pode ser descrito por uma instanciação do modelo. A instanciação é um "mapa" de como as funções são acopladas em dadas condições - favoráveis ou desfavoráveis.

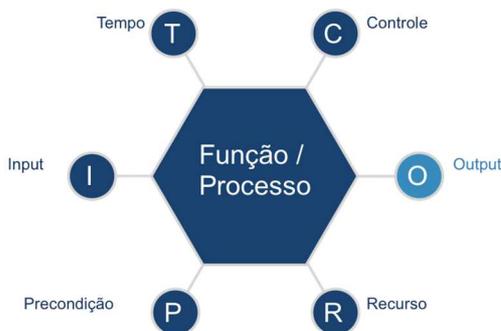



Figura 2.8-1: Hexágono de representação de uma função. Adaptado de Hollnagel (2004)

As características funcionais são descritas no quadro 2.8-1 abaixo em termos das seguintes relações segundo Hollnagel (2004):

Quadro 2.8-1: Parâmetros das funções. Adaptado de Hollnagel (2004)

Parâmetro	Caracterização
Input (I)	Condições necessárias para desempenhar a função. Constituem o *link* para as funções prévias. Pode tanto ser transformado ou ser usado durante o desempenho da função de modo a produzir as saídas
Outputs (O)	Mostram o resultado produzido pela função. Constituem o(s) *link(s)* para funções subsequentes. A saída pode se dar em forma de informação, energia ou matéria.
Recursos (R)	Representam itens que são necessários ou consumidos pela função para realizar a *função* (em termos de *hardware*, procedimentos, *software*, energia, mão de obra).
Precondições (P)	Condições do sistema que devem ser satisfeitas antes que uma função possa ser executada. Precondições frequentemente são restrições introduzidas para aumentar a segurança (listas de verificação, disponibilidade de recursos, planos, *backups)*, mas podem também ser um conjunto de condições gerais de ativação.
Tempo (T)	Restrições temporais afetando a função. Pode ser considerado um tipo especial de recurso (não é possível fornecer mais tempo do mesmo modo que se fornece mais dinheiro ou energia). Pode também ser uma restrição se o tempo disponível for limitado (janela de tempo para uma atividade). A limitação pode ser configurada por outras funções ou por fontes externas.
Controle (C)	Descreve itens (leis físicas, trabalho organizacional, sistemas de proteção e controle) que existem para supervisionar ou restringir uma função a fim de monitorá-la e ajustá-la quando esta se desvia. Pode se dar na forma de funções ativas ou planos, procedimentos e diretrizes somente.

2.8.1 Nuâncias entre os aspectos Input e Precondição

No método FRAM *Input* pode ser uma autorização ou uma instrução para iniciar algo, que deve ser detectada e reconhecida pela função. Segundo Hollnagel (2012a), “tecnicamente falando *Input* representa uma mudança no estado do entorno, como se o Input fosse matéria ou energia”. Se, por exemplo, o Input é uma

autorização ou ordem de serviço, então o estado antes do Input chegar é [Presença de autorização: Falso] enquanto o estado após a chegada do Input é [Presença de autorização: Verdadeiro]. É precisamente quando o estado muda de [Falso] para [Verdadeiro], que a função pode se iniciar. O papel do Input como um sinal que marca o começo de uma função sugere como a variabilidade das funções pode surgir. O nível de detecção pode ser muito alto, ou muito baixo, o Input pode ser mal interpretado ou mal compreendido.

Em muitos casos uma função não pode começar antes que uma ou mais Precondições tenham sido estabelecidas. Estas Precondições podem ser compreendidas como estados do sistema que devem ser [Verdadeiros], ou condições que devem ser verificadas antes que uma função seja realizada. Uma situação que surge com o emprego do método FRAM é a diferença entre Input e Precondição. Precondição é um estado que deve ser verdadeiro antes que uma função seja realizad, mas a Precondição não constitui por si própria um sinal que inicia uma função. Um Input, por outro lado, pode ativar uma função.

Entretanto segundo Hollnagel (2012a), "não é crítico para uma análise FRAM se algo é rotulado como Input ou Precondição, contanto que esteja incluído no modelo de uma forma ou de outra".

2.8.2 Etapas do método FRAM

O método FRAM (HOLLNAGEL, 2004, 2012a) fornece uma maneira de descrever resultados usando a ideia de ressonância emergindo da variabilidade do desempenho diário. Para chegar a uma descrição da variabilidade funcional e da ressonância, e para levar a recomendações de atenuação de variabilidade indesejada, uma análise FRAM consiste em cinco etapas:

a) Reconhecer o propósito de uma análise FRAM. Esclarecer o objetivo de modelar e descrever a situação sendo analisada. Para uma análise retrospectiva, a finalidade é caracterizar a variabilidade que, em dada situação conduziu aos resultados observados (indesejáveis), isto é, para construir uma explicação para o evento. Como parte do que é necessário, deve-se desenvolver uma compreensão geral dos

acoplamentos e dependências entre as funções do sistema (em primeiro plano e de fundo).

b) Identificar as funções essenciais que são necessárias (e suficientes) para o desempenho almejado (correto) a ser produzido (quando 'as coisas vão bem'). As funções podem ser atribuídas a qualquer conjunto de funções de primeiro plano ou ao conjunto de funções de fundo. Caracterizar usando os seis aspectos básicos (*Input*, *Output*, Precondições, Recursos, Tempo e Controle). Tomadas em conjunto, as funções são suficientes para descrever o que deveria ter acontecido (ou seja, o desempenho diário ou o sucesso de uma tarefa ou de uma atividade).

c) Caracterizar a variabilidade potencial das funções que constituem o modelo FRAM e a variabilidade real esperada, que se refere a uma instanciação do modelo. Caracterizar no evento real a variabilidade do conjunto de funções de 'primeiro plano' e do conjunto de funções de 'fundo' (contexto). Considerar se a variabilidade real era o que se poderia esperar ("normal") ou se era atipicamente grande ("anormal").

d) Definir como a ressonância funcional pode acontecer, isto é, como as variabilidades podem combinar-se e desse modo produzir resultados que sejam imprevistos ou fora de escala, ou ambos. Identificar os acoplamentos dinâmicos (ressonância funcional) que desempenharam um papel durante o evento. Isto compreende uma instanciação do modelo que pode explicar por que o evento se desenvolveu do jeito que ocorreu. Em relação à análise tradicional de acidentes, esta instanciação fornece uma explicação sobre o que aconteceu, embora não necessariamente identifique causas únicas ou específicas. A explicação pode, por exemplo, ser encontrada nos acoplamentos da variabilidade de desempenho diária.

e) Propor formas de gerenciar as possíveis ocorrências de variabilidade de desempenho descontroladas ou possíveis condições de ressonância funcional, quer para amortecer a variabilidade que pode levar a resultados indesejados ou para incrementar a variabilidade que pode levar a resultados desejados. Propor formas de monitorar e amortecer a variabilidade de desempenho (indicadores, barreiras,

projeto/ modificação, etc.) No caso de resultado positivo inesperado, a busca é por maneiras para amplificar, de uma maneira controlada, a variabilidade em vez de meios para amortecê-la.

2.8.3 Princípios básicos do método FRAM

De acordo com Hollnagel (2004, 2012a, 2012b) FRAM está baseado em quarto princípios básicos descritos a seguir:

a) O princípio de equivalência de sucessos e falhas

Falhas são normalmente explicadas como sendo rupturas ou disfunções de um sistema e/ou de seus componentes. Essa visão assume que sucessos e falhas são de natureza fundamentalmente diferente. FRAM e a Engenharia de Resiliência, em contraponto, reconhecem que as coisas dão certo e dão errado basicamente da mesma maneira. O fato dos resultados serem diferentes, não significa que os processos subjacentes devam ser diferentes.

b) O princípio dos ajustes aproximados

Muitos sistemas sociotécnicos são intratáveis. As condições de trabalho consequentemente nunca correspondem completamente com o que foi especificado ou prescrito. Indivíduos, grupos e organizações normalmente ajustam seu desempenho para se adequar às condições existentes (recursos, demandas, oportunidades, conflitos, interrupções). Como os recursos (tempo, mão de obra, informação, materiais) sempre são finitos, tais ajustes serão invariavelmente aproximados em vez de exatos. A variabilidade de desempenho resultante é a razão pela qual as coisas dão certo, mas também a razão pela qual as coisas dão errado; humanos são extremamente competentes em encontrar meios eficazes para superar problemas no trabalho, e essa habilidade é crucial para ambas segurança e produtividade;

c) O princípio da emergência (aparecimento)

A variabilidade do desempenho normal é raramente grande o suficiente para ser a causa de um acidente em si mesmo ou até

mesmo para constituir um mau funcionamento. Mas a variabilidade advinda de múltiplas funções pode combinar de formas inesperadas, levando a consequências que são desproporcionalmente grandes (ressonância), consequentemente produzindo um efeito não linear. Ambos, falhas e desempenho normal, são fenômenos emergentes em vez de resultantes, porque nem podem ser atribuídos a ou explicados apenas por referência aos (mau) funcionamentos de componentes ou partes específicas.

d) O princípio da ressonância

As interconexões ou dependências entre funções de um sistema devem ser consideradas como se desenvolvem em uma situação específica. Uma implicação decorrente é que as interconexões não podem ser antecipadamente especificados com precisão, consequentemente não podem representados por estrutas de árvores ou redes Uma segunda implicação é as dependências podem ir além de simples relações de causa e efeito. A ressonância funcional é utilizada para explicar o que acontece em sistemas sociotécnicos complexos.

Assumindo que os acidentes são devidos à agregação de variabilidade imprevisível, sua prevenção pode ser de dois tipos: barreiras e gestão da variabilidade de desempenho. Infelizmente, barreiras são elas próprias sujeitas à ressonância, consequentemente podem falhar em momentos imprevisíveis.

> […] ao introduzir as noções de variabilidade de desempenhos, de princípio da negociação ou de otimização local, ele dialoga diretamente com conceitos da Engenharia de Produção e da Ergonomia, colocando em evidência a importância do estudo do trabalho normal para a melhoria da segurança e da confiabilidade de sistemas. (ALMEIDA, 2008).

Essa nova abordagem contradiz a prática atual com sua ênfase na eliminação de riscos e no cumprimento das regras para ficar bem afastado do limite. Regras não podem ser estruturadas para todas as contingências. Além disso, as pressões reais de trabalho não devem ser ignoradas.

> Mesmo que a ressonância funcional não forneça a explicação final de porque os acidentes ocorrem, esta pode servir como uma útil analogia para pensar sobre acidentes e compreender como efeitos de grande magnitude podem advir e, portanto basicamente também como preveni-los. (ALMEIDA, 2008)

A nova estratégia oferecida aqui reconhece que as pressões organizacionais e individuais empurram as pessoas a trabalhar "perto do limite". Padronizar procedimentos e aplicar regras de trabalho em situações de trabalho dinâmicas é impossível em face destas pressões.

2.9 CONSIDERAÇÕES DE ESPECIALISTAS SOBRE OS MÉTODOS TRIPOD, STAMP, ACCIMAP E FRAM

Segundo Steele e Pariès (2007), “o uso explícito de modelos é parte integrante da investigação de acidentes e do trabalho de gestão da segurança. Como representações simplificadas do fenômeno em foco, são um meio mais manejável de visualizar e compreender o mundo”.

> Tais modelos são menos intuitivos para compreensão [...] e mais complicados e enredados para adaptar ao uso da indústria. Embora muitos na indústria reconheçam as limitações das abordagens atuais e estejam ansiosos por algo novo, a diferença em filosofias fundamentais torna os novos modelos incompatíveis com a visão anterior de mundo, aumentando ainda mais o desafio associado. (STEELE; PARIÈS, 2007)

De acordo com Sklet (2004), “AcciMap se baseia na combinação de um modelo de sequência causal, um modelo de processo, um modelo de árvore lógica, e um modelo de gestão de SMS”.

> O método AcciMap não é uma ferramenta de investigação de acidentes pura, mas a descrição de alguns de seus aspectos fornece algumas perspectivas interessantes e úteis sobre gerenciamento de riscos e investigação de acidentes que não estão aparentes em outros métodos. (SKLET, 2004)

De acordo com Stoop e Dekker (2010), “a modelagem de acidentes cada vez mais complexa, tal como em AcciMap ou STAMP, não realiza a transição desde o evento até as características do sistema”.

Dien, Déchy e Guillaume (2012), comparando os métodos TRIPOD, AcciMap e STAMP, afirmam que todos levam em conta fatores humanos e organizacionais e alguns lidam com falhas de sistemas. Segundo os autores, embora cada método permita descobrir as causas raízes do evento estes aparentam mostrar certos limites quando comparados com as investigações de acidentes mais aprofundadas e exemplares. Além do mais, estes métodos não questionam contextos de uso organizacionais solicitados, papéis e características de seus usuários.

> Estes métodos mal levam em conta o “aspecto tempo”, i.e. ‘‘História” não é explicitamente uma dimensão da investigação. Eles não remontam muito longe na corrente da história; eles começam a fazer o questionamento

> (quase) no instante da falha ativa, i.e. eles retrocedem algumas “etapas” antes da falha ativa definir a sequência de eventos levando ao acidente e/ou da detecção de algumas falhas latentes. (DIEN; DÉCHY; GUILLAUME, 2012)

Finalmente, tais métodos segundo os mesmos autores, não são concebidos para apontar algum fenômeno sociológico e cultural relacionado com a segurança “[...] como a ‘normalização do desvio’ e os ‘sinais fracos’ apud (VAUGHAN, 1996), [...], efeitos da complexidade organizacional sobre imperfeição nas comunicações, equilíbrio entre pressões da produção e segurança”.

Segundo Salmon, Cornelissen e Trotter (2012), “embora AcciMap e STAMP sejam susceptíveis de serem os mais abrangentes em termos de cobertura do sistema sociotécnico global, para uma análise em profundidade de acidentes complexos, únicos, de grande escala, a análise sugere que o método AcciMap seja o mais adequado”. Os autores entendem que todo o sistema pode ser considerado, de modo que o analista não é restringido por taxonomias de modos de falha, tornando a abordagem a mais abrangente e fácil de usar dos três métodos comparados. Além disso, os autores afirmam que a capacidade de considerar as falhas, decisões e ações em geral, são provavelmente mais simples para os especialistas em Segurança/investigadores de acidentes não familiarizados com a teoria de controle e dinâmica de sistemas.

Uma pesquisa de literatura (UNDERWOOD; WATERSON, 2012) identificou um total de 13 modelos sistêmicos dentre 449 artigos selecionados versando sobre o tema modelos de acidentes. Os três modelos mais citados, STAMP, FRAM e AcciMap, responderam respectivamente por 52.0%, 19.9% e 17.9% das 302 referências identificadas.

Ainda segundo Underwood e Waterson (2012), “pouco trabalho tem sido feito para validar formalmente o modelo STAMP e uma avaliação ainda deve ser considerada assim como a necessidade de um maior desenvolvimento”; no entanto não existe consenso na literatura sobre os requisitos necessários de formação e competência e a usabilidade do método STAMP.

O mesmo tipo de situação envolve o método FRAM, afirmam Underwood e Waterson (2012), pois “não foi realizada uma avaliação formal de usabilidade do modelo, no entanto, vários pesquisadores têm destacado os benefícios e as desvantagens de usá-lo”.

A natureza prototípica do modelo FRAM foi destacada em um artigo de Herrera e Woltjer (2010) que observaram que “o usuário é guiado em direção à explicitamente identificar os fatores sistêmicos associados com o acidente e por que estes ocorreram”. A necessidade de uma abordagem mais estruturada foi por eles identificada.

A aplicação de FRAM é estruturalmente simples, mas devido à sua base teórica, requer um período inicial de aprendizagem associada com um domínio extenso e conhecimento de fatores humanos (HOLLNAGEL; SPEZALI, 2008).

Por outro lado, o uso de AcciMap também requer treinamento e educação formais, e existe uma carência atual de orientação quanto ao seu uso, o que afeta a acessibilidade do modelo e consistência entre os estudos (SALMON et al. 2010; SKLET, 2004).

Argumenta-se, no entanto, que ele forneça um resumo claro e conciso do acidente e a propagação de eventos em toda a estrutura do sistema completo pode ser visualizada, o que facilita a criação de intervenções de alto nível de segurança. (BRANFORD, 2011)

2.9.1 Validação dos modelos

Segundo Underwood e Waterson (2012), “uma falta de validação pareceria mais provavelmente, em um primeiro momento, ser o aspecto do desenvolvimento de um modelo sistêmico que afeta sua seleção pelos usuários”. Os criadores dos modelos conseguiram explicar os objetivos e as abordagens de análises empregadas pelas técnicas, forneceram meios para modelagem de qualquer sistema e tiveram suas ferramentas aplicadas através de múltiplos domínios.

Novamente de acordo com Underwood e Waterson (2012), apesar de que “todos os três modelos incorporam explicitamente vários conceitos sistêmicos e, portanto, proveem um grau de validade de face, conteúdo e construto essas formas da validade não podem ser provadas”.

Porém, a comunidade de pesquisa envolvida com o tema da análise e investigação de acidentes ainda advoga o uso de modelos sistêmicos, baseados na premissa que estes são conceitualmente válidos.

Em contraponto, Reason (2008) comenta que “não existe uma única visão correta sobre acidentes e encontrar a ‘verdade’ é menos importante do que uma utilidade prática”.

Enquanto a validação empírica de ferramentas sistêmicas ocorreu dentro da pesquisa, através de um número de estudos de casos de análise de acidentes (SALMON et al, 2012), esta ainda está longe de ser extensa e nesse contexto, pode-se questionar que validade empírica seja a influência dominante para a seleção do modelo do usuário. Como a maioria dos especialistas em Segurança tendem a preferir métodos e conceitos bem estabelecidos, é pouco provável que estes empreguem uma técnica sistêmica ainda relativamente não comprovada.

Finalmente, Underwood e Waterson (2012), entendem que a “validação de modelos, usabilidade, viés do analista e as implicações de não atribuir culpa por um acidente foram identificados como sendo os principais problemas que podem influenciar o uso da abordagem de sistemas dentro da indústria”. Em conclusão, é provável que todos estes fatores, em maior ou menor grau, possam se combinar para inibir o uso de técnicas de análises sistêmicas.

Neste capítulo introduzimos o referencial teórico sobre o qual se pautou este trabalho. Por um lado as empresas buscam o zero acidente empregando métodos e técnicas derivadas que são datadas dos anos 30 e por outro lado existem métodos mais modernos que foram desenvolvidos especificamente para atender às situações mais complexas dos sistemas sociotécnicos.

Introduziu-se a noção de sistema preparando o terreno para a discussão sobre as premissas da Engenharia de Resiliência, teoria totalmente consoante com o emprego dos métodos sistêmicos mais recentes. Por fim, elencamos três métodos mais modernos de análise e investigação de acidentes, atualmente empregados por grandes empresas, procurando ressaltar as diferenças conceituais entre os mesmos. Esse capítulo serve como introdução ao método FRAM que será objeto de estudo no capítulo 4, quando de sua aplicação ao evento do tombamento de um guindaste em área industrial.

3 ACIDENTES COM GUINDASTES

3.1 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES COM GUINDASTES - REVISÃO DA LITERATURA

Na literatura disponível no Brasil sobre acidentes envolvendo guindastes não se encontram pesquisas, nem tampouco estatísticas oficiais sobre o assunto como citado anteriormente. Através dos mecanismos de busca e de pesquisa usuais, e empregando como palavras-chave "*crane accidents*" buscou-se ter acesso a vários estudos e diversos artigos importantes que cobrissem um período de tempo representativo no qual acidentes pudessem ser classificados. Devido a grande diversidade de tipos de guindastes optamos pelos guindastes móveis para objeto de estudo, porque Shapira e Glascock (1996) comentam a cerca de "sua grande representatividade e adoção cultural pelas empresas de construção pesada em seus canteiros de obra, assim como em todo o continente americano no qual ainda são predominantes se comparado às gruas".

Um estudo finlandês reportou que em 2000 acidentes que ocorriam anualmente durante trabalhos com guindastes, 12% destes resultaram em mortes ou lesões incapacitantes permanentes. (HAKKINEN, 1978)

Na Holanda de acordo com Aneziris (2008), "atividades com guindastes são responsáveis por 4% do total de acidentes reportados".

Beavers et al. (2006) reportam que os óbitos associados ao emprego de guindastes são substanciais, e correspondem segundo o órgão de Segurança e Saúde do departamento do trabalho norte americano OHSA - *Occupational Health and Safety Administratio*n a mais de 8% de todas as fatalidades investigadas e são em sua maioria, se não totalmente, evitáveis.

> O número de lesões associadas a guindastes são difíceis de quantificar segundo o tipo, pois os relatórios estatísticos que versam sobre o assunto de lesões relacionadas ao trabalho geralmente agrupam os guindastes em amplas categorias tais como "equipamentos e veículos industriais" ou "equipamentos e máquinas". (SURUDA; EGGER; LIU, 1997)

De acordo com Suruda, Egger e Liu (1997) segundo o Escritório de Estatísticas do Trabalho dos EUA - *Bureau of Labor Statistics* (BLS), "[...] em 1993 a categoria "veículos industriais e equipamentos" respondeu por 17% das lesões fatais na indústria da construção dos EUA". Contudo como bem notaram os autores, deve-se

ter cuidado na interpretação dos dados estatísticos, pois diferentes classificações, tais como: eletrocussão, quedas, e atingido por objetos — todas podem incluir guindastes e são fontes significativas de lesões fatais na construção — são categorias separadas não incluídas em “veículos industriais e equipamentos”. Em sua avaliação de riscos na indústria da construção dos EUA, e em particular no caso da segurança de guindastes, Os autores observaram ainda que nas circunstâncias de lesões e fatalidades relacionadas a guindastes, totalizando 502 ocorrências no período de 1984 a 1994, e para os casos nos quais as sobrecargas do guindaste não foram mencionadas, as 37 fatalidades (7% do total) devido ao tombamento de guindaste foram devidas a uma variedade de causas. “Alguns dos incidentes foram o resultado de falhas em seguir procedimentos de trabalho geralmente aceitos, tais como estender os estabilizadores, que foram identificados em sete (19% do total) dos casos de tombamento”.

Os acidentes envolvendo guindastes contribuem com um percentual importante das fatalidades na indústria da construção e por centenas de milhares de dólares em danos materiais nos projetos. O órgão de Segurança e Saúde do departamento do trabalho da Carolina do Norte - NCDOL (2004) estimou que, “ocorra um tombamento de guindaste a cada 10.000 horas de uso guindaste nos EUA”. Segundo este relatório praticamente 80% destes tombamentos poderia ser atribuído a erros humanos previsíveis; quando o operador inadvertidamente excede a capacidade de carga do guindaste. Um dos dados mais importantes registrado foi que “aproximadamente 54% destes incidentes são o resultado de ações de girar a lança ou fazer um içamento sem ter os estabilizadores totalmente estendidos”.

De acordo com MacCollum (2007), “guindastes telescópicos hidráulicos podem facilmente tomar com ou sem carga na lança, ameaçando a vida do operador e de pessoas ao redor”. O autor revisou mais de mil casos de tombamento de guindastes que ocorreram ao longo de 25 anos, e foi calculado que um tombamento ocorria em aproximadamente a cada 10 mil horas de uso do guindaste. Praticamente 75% destes tombamentos foi o resultado de circunstâncias provocando o erro que causaram o operador a exceder inadvertidamente a capacidade de carga de inclinação do guindaste, cf. tabela 3.1-1.

Tabela 3.1-1: Circunstâncias provocando a ultrapassagem da capacidade de carga de inclinação do guindaste. Adaptado de MacCollum (2007)

%	CIRCUNSTÂNCIA
15%	Trafegando com uma carga suspensa
39%	Efetuar um giro com os estabilizadores retraídos
15%	Buscar uma carga com os estabilizadores retraídos
14%	Buscar ou efetuar um balanço de uma sobrecarga com estabilizadores abertos
6%	Buscar ou efetuar um balanço (uso de estabilizadores desconhecido)
7%	Falha nos estabilizadores
4%	Carga não suspensa livremente ou foi arrastada lateralmente
100%	Total

> A situação atual é que ocorrências similares sérias com guindastes continuam a repetidamente serem recorrentes, apesar de separadas em termos de espaço e tempo. Como resultado, as fatalidades relacionadas a guindastes podem ser consideradas no mínimo como endêmicas. (SHEPHERD; KAHLER; CROSS, 2000)

3.1.1 Relatório CalOSHA - acidentes com guindastes entre 1997 e 1999

Um relatório de Yow (2000), contemplando um intervalo de três anos, entre 1997 e 1999, coletou informações do OHSA e reportou um total de 158 acidentes envolvendo guindastes, como pode ser observado na tabela 3.1-2. Ao logo desses três anos, pelo menos um acidente envolvendo guindastes ocorreu mensalmente.

Tabela 3.1-2: Tipos de guindastes envolvidos em N=158 acidentes. Adaptado de Yow (2000)

Tipo de Guindaste	Quantidade	Percentual
Guindastes Móveis	115	73%
Ponte Rolantes	26	16%
Pórticos	5	3%
Gruas	4	3%
Guindastes Navais (Cábreas)	1	1%
Indeterminado	7	4%

3.1.1.1 Lesões de operadores de guindastes e terceiros

Do total de lesões, graves e fatais, por tipo de trabalhador, registrou-se uma lesão levando a óbito e 23 lesões não fatais entre os operadores de guindastes; a única fatalidade sendo a de um operador de guindaste móvel.

Dentre os terceiros, 12 lesões levaram a óbito e 79 lesões foram não fatais, porém o dado mais relevante foi que 91 terceiros sofreram lesões em acidentes com guindastes e destes, 72 acidentes envolveram guindastes móveis. Nesta categoria, oito acidentes fatais envolveram terceiros que se encontravam trabalhando à proximidade dos guindastes móveis.

Do total geral de 13 fatalidades entre operadores de guindaste e terceiros, quatro (31%) foram o resultado de quedas de cargas; todas as fatalidades relacionadas a quedas de cargas envolveram guindastes móveis.

Ocorreram três fatalidades decorrentes de 14 acidentes por contato com partes energizadas, das quais duas fatalidades decorrentes de contatos elétricos envolveram guindastes móveis.

Apesar de terem ocorrido 35 acidentes de tombamentos de guindastes móveis, somente um destes resultou em uma fatalidade.

3.1.1.2 Causas dos acidentes

Dentre as causas mais frequentes apontadas nos relatórios de investigação de acidentes; para todos os tipos de guindastes (N-158) e para os guindastes móveis (N-115) podem-se classificar os eventos conforme a tabela 3.1-3:

Tabela 3.1-3: Causas mais frequentes: todos os tipos de guindastes (N=158) e guindastes móveis (N=115). Adaptado de Yow (2000)

	Todos Guindastes	**Guindastes Móveis**
Instabilidade	67	49
a. Cargas inseguras	34	6
b. Capacidade de carga excedida	0	29
c. Piso desnivelado/pouco compactado	0	4
Falta de Comunicação	32	24
Contato com partes energizadas	13	10
Miscelânia em 14 Categorias	46	32

Acidentes de guindastes móveis causados por instabilidade geralmente resultaram no tombamento do guindaste, ou na queda da carga que se desprendeu do gancho ou se soltou das cintas. Em setenta e cinco por cento dos acidentes causados por falta de comunicação e contato elétrico, os guindastes móveis estavam envolvidos em ambos.

3.1.2 Relatório CPWR - Mortes relacionadas a guindastes em construção e recomendações para sua prevenção

Em outro estudo, o centro de pesquisa e treinamento para a construção – *The Center for Construction Research and Training* - CPWR analisou em 2009 dados oriundos de informações do censo de lesões ocupacionais fatais - *Census of Fatal Occupational Injury* (CFOI), um sistema de múltiplas fontes de dados mantido pelo BLS para identificar mortes relacionadas com o trabalho nos Estados Unidos (CPWR, 2009). Os dados do CFOI foram relatos de fatalidades com código de indexação primário “guindastes.” Os dados nesse relatório contemplaram somente guindastes operando em canteiros de construção e identificaram as principais causas das mortes e os tipos de guindastes envolvidos nesses acidentes fatais, dentre outras informações. O estudo identificou um total de 632 fatalidades de trabalhadores da construção envolvidos em 611 incidentes com guindastes no período entre 1992 e 2006. Destes 611 incidentes somente 375 foram identificados por tipo de guindaste nos registros do CFOI e destes, 292 (78%) envolveram guindastes móveis ou caminhões munck.

3.1.2.1 Causas das mortes

O colapso de guindastes ceifou a vida de 89 trabalhadores e foi a quarta causa principal de mortes (14% do total). Dos 81 colapsos de guindastes, 34 envolveram guindastes móveis (42%). Todavia, em 56% dos casos reportados, não foi fornecida informação suficiente na narrativa do CFOI para se chegar às causas do colapso. Um terço das narrativas falhou em identificar o tipo de guindaste envolvido na fatalidade e dada a quantidade de guindastes móveis operando nos canteiros de obra este número poderia ser facilmente maior.

3.1.2.2 Lesões e fatalidades em guindastes de construção em 2008

De acordo com este adendo ao relatório inicial, o CPWR coletou dados através de mecanismos de buscas na Internet no ano de 2008, pois os dados dos órgãos BLS/CFOI ainda não se encontravam disponíveis naquele momento.

Foi apontado um total de 97 incidentes de guindastes de construção envolvendo lesões e óbitos para um total de 55 mortes e 99 lesões de trabalhadores da construção em 88 incidentes, e quatro fatalidades e 26 lesões entre terceiros em 15 dos 97 incidentes com guindastes. Esses incidentes envolveram 88 guindastes móveis.

Dentre as causas dos 88 incidentes resultando em lesões e fatalidades entre os trabalhadores da construção foram reportados 34 colapsos de guindastes (39%), envolvendo 26 fatalidades e 58 lesões.

Dentre as causas dos 15 incidentes que resultaram em mortes e lesões de terceiros foram reportados quarto colapsos de guindastes (27%), envolvendo três mortes e 14 lesões.

3.1.3 Compilação de dados do BLS de acidentes fatais entre 1992 e 2010

Efetuando uma compilação dos dados do BLS, descritos abaixo nas tabelas 3.1-4 e 3.1-5, pode-se encontrar 410 fatalidades relacionadas a guindastes entre 1992 e 2010 nas quais um guindaste móvel foi a fonte primária ou secundária a uma lesão fatal (BLS, 2008b, 2011). Da página do BLS na internet retiramos as seguintes tabelas com o número de fatalidades para os períodos de 1992-2002 e 2003-2010.

Tabela 3.1-4: Lesões ocupacionais fatais por característica selecionada – fontes primárias e secundarias. Adaptado de BLS (2008b)

Máquinário	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	∑
Fonte primária guindastes móveis	15	8	11	8	8	13	18	26	9	17	6	162
Fonte secundária guindastes móveis	8	6	6	6	10	12	3	7	7	-	7	72

Tabela 3.1-5: Lesões ocupacionais fatais por característica selecionada – fontes primárias e secundarias. Adaptado de BLS (2011)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	∑
Fonte primária guindastes móveis	14	16	15	15	16	21	9	5	111
Fonte secundária guindastes móveis	5	8	10	11	9	11	4	7	65

3.1.4 Alerta NIOSH - Prevenção de lesões e fatalidades de trabalhadores provocadas por tombamento, colapso de lança, e descontrole de cargas içadas de guindastes móveis

3.1.4.1 Dados Sobre Lesões

Neste alerta do Instituto de Segurança e Saúde Ocupacional dos EUA – *National Institute of Occupational Health* - NIOSH (NIOSH, 2006) abordaram-se principalmente lesões e fatalidades nas quais a vítima foi atingida por um objeto, tais como um descontrole de carga sendo içada ou partes de um guindaste móvel, e que foram responsáveis por 290 (40,3%) destas mortes, conforme Tabela 3.1-6.

Tabela 3.1-6: Eventos com lesões resultando em mortes relacionadas a guindastes móveis: EUA, 1992-2002. Adaptado de NIOSH (2006)

Descrição	Número de mortes	Percentual
Atingido por objeto em queda ou oscilando (parte de guindaste ou carga içada)	290	40,3
Contato com corrente elétrica (linhas aéreas energizadas)	173	24,1
Queda de estrutura do guindaste ou cabine	88	12,2
Movimentação (transferência do guindaste de um site para outro)	76	10,6
Prensamento entre partes móveis do guindaste	73	10,2
Outros	19	2,6
Total	719	100,0

Segundo dados do CFOI, 153 (52.8 %) das 290 fatalidades relacionadas a guindastes móveis nas quais a vítima foi atingida por um objeto ocorreram na indústria de construção, conforme Tabela 3.1-7.

Tabela 3.1-7: Lesão ocupacional levando a óbito relacionado a ser atingido por guindaste móvel por indústria, EUA 1992-2002. Adaptado de NIOSH (2006)

	Número de óbitos	Percentual
Construção	153	52,8
Manufatura	44	15,2
Transporte e utilidades públicos	35	12,0
Serviços	20	6,9
Comércio	14	4,8
Mineração	12	4,1
Agricultura, florestas e pesca	6	2,1
Outros	6	2,1
Total	290	100,0

3.2 ACIDENTES COM GUINDASTES MÓVEIS EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO

Todos os estudos previamente apresentados justificam ser relevante se abordar o assunto dos guindastes móveis em canteiros de construção, e em particular o seu tombamento como precursor de acidentes fatais ou de grande gravidade, mesmo que no Brasil não se possuam estatísticas similares, visto que o tipo de obra e equipamento utilizados são semelhantes.

Existem diversos controles de engenharia para a prevenção de acidentes com guindastes que podem eliminar ou reduzir certos modos de falha como por exemplo: dispositivos anti-duplo bloqueio, sistemas de sensores de extensão das patolas, sensores de sobrecarga, e interruptores de limitação. Dispositivos de alarme e interruptores de limitação aumentam a segurança fornecendo mais informações para o operador e reduzindo a necessidade de conjecturas. Contudo, é improvável que tais controles de engenharia tornem a operação de guindastes um assunto trivial.

Em um primeiro momento pode parecer contra intuitivo pensar que a queda de tais equipamentos possa ocorrer com tanta frequência, e ser muito mais comum do que de fato se pensava.

Um Cisne Negro segundo Taleb (2008) é um evento com três atributos: “[...] raridade, impacto extremo e previsibilidade retrospectiva (mas não prospectiva)”, e à primeira vista poder-se-ia imaginar que a queda de um equipamento de grande porte tal como um guindaste em um canteiro de obra fosse algo de fato extremamente raro, de grande impacto e inconcebível antes de sua ocorrência.

Ocorre que, assim como os estudos e levantamentos anteriores demonstraram, tais ocorrências constituem eventos mais “normais”, empregando-se aí o sentido proposto por Perrow (1999), do que situações inusitadas que possam ser caracterizadas como Cisnes Negros. De fato o autor cunhou “o estranho termo ‘Acidente Normal’ para ressaltar que dadas às características de um sistema, múltiplas e inesperadas interações de falhas são inevitáveis”.

> Ocasionalmente, contudo, duas ou mais falhas, nenhuma delas por si próprias devastadoras se tomadas isoladamente, se combinam de maneiras inesperadas e derrotam os dispositivos de segurança. Se o sistema é também fortemente acoplado, essas falhas podem produzir um efeito em cascata mais rápido do que qualquer dispositivo de segurança ou operador possa lidar, ou até mesmo podem ser incompreensíveis aos responsáveis por ter de lidar com o fato. Se o acidente derrubar uma parte significativa do sistema, e o sistema possuir um potencial catastrófico, ter-se-á uma catástrofe. Isto é, resumidamente, a Teoria dos Acidentes Normais. (PERROW, 1999)

Os sistemas sociotécnicos são compostos em sua configuração mais elementar por um ser humano e uma máquina e diversas publicações Hollnagel (2004, 2012a); Hollnagel, Woods e Leveson (2006); Manuele (2011) e Hollnagel et al. (2011) sugerem que a análise de acidentes segundo o modelo linear de investigação, de acordo com os axiomas da Segurança Industrial definidos por Heinrich (1959), se presta mal ao estudo de acidentes em sistemas sociotécnicos, que por sua natureza são complexos e intratáveis.

Em princípio a construção e montagem eletromecânica não é de fato tão intratável nem tão fortemente acoplada quanto outras indústrias, tais como a nuclear e a aeroespacial (PERROW, 1999), mas existem situações pontuais nas quais a construção deixa de ser tão previsível e facilmente controlada por normas e procedimentos e pode, em uma combinação momentânea de fatores, produzir uma ressonância que acaba por desestabilizar o sistema. Nesses casos uma análise linear de causa e efeito pode não revelar o que se encontra oculto por trás das inter-relações entre sistemas e suas funções.

Há que se ter um completo entendimento da forma pela qual os acidentes acontecem, o que dificilmente pode ser obtido por meio dos modelos simplificados utilizados atualmente, criados para sistemas lineares de causa e efeito, que eram regra nos anos 60, e que são utilizados até hoje nas análises de investigação de acidentes realizadas nas empresas do setor de construção e montagem industrial, que por sua natureza intrínseca é muito mais complexo.

De fato a própria norma NBR 14280 - Guia para a análise e investigação de acidentes, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2001), recomenda o emprego de um método único, independente do tipo de acidente ou do contexto no qual as organizações atuam: "portanto, é imprescindível a visualização do processo *em cadeia sequencial* (grifo nosso), ou seja, a identificação de fatores pessoais e causas que se apresentaram como básicas à ocorrência das causas anteriormente citadas (imediatas)".

A segurança reativa, que é habitualmente empregada na maioria das grandes empresas de construção concentra-se na eliminação de riscos e na prevenção de acidentes, ou seja, nas ameaças regulares. Essa visão é confirmada por Hollnagel (2010a): "Investigação de acidentes e avaliação de riscos assumem tacitamente que as falhas e sucessos têm origens diferentes e que se deve, portanto, estudar os primeiros e não os últimos".

> Ocorre que as ameaças assimétricas e eventos sem precedentes são raros e incomuns, e não podem ser tratados de maneira convencional. Eles não podem ser facilmente descritos pelos tipos de modelos lineares de acidentes que são usuais na gestão da segurança. (HOLLNAGEL, 2010a)

Quando Perrow (1999) definiu as interações existentes em sistemas tecnológicos complexos como sendo lineares ou complexas, o autor reforçou as definições esclarecendo que quando se lê: 'complexo' deve-se ler 'interações em uma sequência inesperada'; e quando se lê 'linear' deve se ler 'interações em uma sequência esperada'.

Decorre daí a necessidade premente de aprofundar a pesquisa no sentido de revelar os mecanismos subjacentes a ocorrência de acidentes nas áreas industriais durante a montagem eletromecânica, inerentemente complexa, e em particular quando da utilização de guindastes móveis, que curiosamente são explicados empregando-se métodos de análise lineares.

3.3 AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DE OPERADOR DE GUINDASTE MÓVEL

3.3.1 Campo de competência de operador de guindaste móvel

Os operadores de guindastes móveis utilizam estes equipamentos com as mais diversas capacidades para levantar, deslocar, posicionar e colocar no lugar materiais e equipamentos. Conforme observam Shapiro e Shapiro (2011), "o sistema oficial utilizado pelos fabricantes para guindastes móveis de classificação é baseado em uma noção um tanto fantasiosa de capacidade de içamento".

> Na avaliação nominal, quando se fala que um guindaste especial seja uma máquina de 250 ton. isto reflete a maior carga teórica de que o guindaste pode escolher em qualquer configuração. Isto corresponderia normalmente à menor lança no menor raio. Mas uma carga maciça tão restrita pode estar tão perto de tocar a lança e a cabine do operador que não existe nenhuma aplicação prática para esse levantamento. A potência nominal é, portanto, nada mais do que um índice aproximado para a classificação de um guindaste; uma avaliação significativa da capacidade de transporte requer um estudo das tabelas de carga. (SHAPIRO; SHAPIRO, 2011)

Dentre suas atividades os operadores efetuam inspeções preparatórias, calculam a capacidade de carga do guindaste e determinam seu peso, efetuam a montagem e desmontagem do equipamento e o posicionam e estabilizam antes do levantamento. Como observado por Shapiro e Shapiro (2011) "gruas móveis são

sensíveis à estabilidade, e a maioria das classificações de cargas são regidas pelo tombamento”.

> Para um guindaste sobre caminhão, o fator de estabilidade - a relação entre a carga de basculamento e a carga nominal pode ser tão pequena quanto 1,18; o que é menor do que os fatores de projeto dos componentes estruturais do guindaste. O descompasso destes fatores indica que um guindaste móvel sobrecarregado poderia tombar mesmo que a tabela de cargas indique que sua capacidade de elevação é determinada pela resistência dos materiais. (SHAPIRO; SHAPIRO, 2011)

Na mesma linha de entendimento MacCollum (2007) reforça ser muito perigoso assumir que um guindaste está sobrecarregado quando este começa a ficar leve e levanta seus estabilizadores, “[...] já que alguns novos guindastes possuem contrapesos extrapesados que aumentam a resistência ao tombamento muito além da força estrutural projetada da lança”.

Os operadores realizam também os cuidados diários e as tarefas de manutenção do equipamento tais como a lubrificação e a limpeza e podem igualmente participar nas operações de amarração.

Encontram-se guindastes móveis em diversos setores industriais e frequentemente no setor de edificações e na montagem de grandes equipamentos. Em certos casos, um operador pode trabalhar durante vários anos seguidos em um mesmo canteiro de obras em um guindaste de tamanho e tipo determinado, mas ocasionalmente os operadores contratados por empresas especializadas em movimentação de carga ou de locação de equipamentos pesados podem ser solicitados a efetuar, de forma regular, diversas tarefas com guindastes de tamanhos e tipos diferentes. A maioria das tarefas associadas a essa ocupação são executadas em áreas externas.

> Um guindaste móvel trabalhando a plena carga pode ter uma pequena margem contra o tombamento, e um guindaste que frequentemente deva ser reconfigurado, por diversas vezes, e até mesmo diariamente, se expõe a repetidas oportunidades para erros críticos. (SHAPIRO, SHAPIRO 2011)

Ainda de acordo com Shapiro e Shapiro (2011), “estabilizadores devem ser totalmente estendidos, conforme estipulado pelas tabelas de carga; caso contrário, as leituras (das tabelas) não são aplicáveis”.

> Esses números esclarecem a razão de instruções para guindastes especificarem que o guindaste deva ser operado apenas com os estabilizadores na extensão especificada. Eles também ilustram dramaticamente a importância da localização do eixo real na definição dos valores de estabilidade calculados. Os comprimentos variáveis de lança incluem componentes móveis escondidos. Pesos e centros de gravidades

> não podem ser determinados, a menos que o engenheiro tenha dados do fabricante – o que é improvável - ou que a lança seja desmontada, medida, e pesada – o que é tão improvável quanto. (SHAPIRO, SHAPIRO 2011)

3.3.2 Tarefas características de operador de guindaste

Segundo a classificação brasileira de ocupações – CBO (MTE, 2013), o código 9-73.30 corresponde à descrição da função de operador de guindaste móvel que é descrita no Quadro 3.3-1.

Quadro 3.3-1: Descrições da função de operador de guindaste móvel segundo a CBO. Fonte: MTE (2013)

<table>
<tr><td>Nº da CBO: 9-73.30</td><td>Título: Operador de guindaste (móvel)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descrição resumida: Opera um guindaste, montado sobre rodas ou esteiras e que pode deslocar-se por sua própria força motriz, acionando-o e dirigindo-o para os locais desejados e manipulando os mecanismos de elevação, a fim de transportar cargas, materiais, matérias-primas:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descrição detalhada: aciona o guindaste, ligando o motor, para possibilitar seu deslocamento e o de suas partes móveis; conduz o guindaste, acionando os dispositivos de marcha, para conduzi-lo aos locais de trabalho e permitir o transporte de materiais e matérias- primas; movimenta a lança do guindaste, operando o comando de elevação, para levantar e depositar a carga. Pode conduzir um guindaste que leva uma pá dupla, fixada ao dispositivo elevador, para recolher e transportar materiais e matérias-primas de um local a outro.</td></tr>
</table>

As tarefas características da profissão de operador de equipamentos de guindar foram verificadas em diversos estudos canadenses (GOUVERNEMENT DE QUÉBEC, 2001a, 2009). Seguindo critérios ligados à importância e a dificuldade da rotina de trabalho de um operador de equipamentos de guindar, tais estudos destacaram novos elementos para a identificação das tarefas características desta profissão.

Os resultados de uma destas análises (GOUVERNEMENT DE QUÉBEC, 2001a) permitiu identificar 14 tarefas próprias ao trabalho de operador de equipamentos de movimentação de carga, as quais estão agrupadas em quatro funções principais.

Tabela 3.3-1: Identificação das funções da profissão – operador de equipamento de guindar. Adaptado de Gouvernement de Québec (2001a)

No	FUNÇÕES
F1	CONTROLE PREVENTIVO
F2	PREPARAÇÃO DAS MANOBRAS DE IÇAMENTO
F3	EXECUÇÃO DAS MANOBRAS DE IÇAMENTO
F4	MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO DE GUINDAR E ACESSÓRIOS

As tabelas 3.3-1 e 3.3-2 descrevem as funções principais e as tarefas levantadas ao final da referida análise.

Tabela 3.3-2: Inventário das funções e tarefas da profissão – operador de equipamento de guindar. Adaptado de Gouvernement de Québec (2001a)

F&T- No	FUNÇÕES E TAREFAS
F1	**Controle preventivo**
T1	Verificar o equipamento de guindar
T2	Verificar os acessórios do equipamento de guindar
T3	Efetuar os testes de funcionamento do equipamento
T4	Assegurar os requisitos de SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde
F2	**Preparação das manobras de içamento**
T5	Tomar ciência do trabalho a ser realizado
T6	Seleção dos acessórios de movimentação de carga
T7	Amarração da carga
F3	**Execução das manobras de içamento**
T8	Içar a carga
T9	Mover a carga
T10	Depositar a carga
T11	Desamarrar a carga
T12	Estacionar o equipamento de guindar
F4	**Manutenção do equipamento de guindar e dos acessórios de movimentação de carga**
T13	Identificação das anomalias sobre o equipamento e seus acessórios
T14	Verificação dos consertos e manutenções efetuados

3.3.2.1 Importância relativa das tarefas e tarefas características

As tarefas características da profissão de operador de equipamentos de guindar, segundo a análise canadense (GOUVERNEMENT DE QUÉBEC, 2001a,) foram identificadas como sendo as tarefas mais significativas e as mais representativas de uma profissão. Estas foram estabelecidas a partir de indicadores de dificuldade e de importância de cada uma das tarefas da profissão e segundo informações colhidas junto a especialistas da profissão. Os especialistas da profissão avaliaram em uma escala indo de 1 a 10, o grau de importância e o nível de dificuldade na execução das tarefas. O nível 1 indicando um grau fraco de importância ou de dificuldade, enquanto o nível 10 significando um grau muito elevado de importância ou de dificuldade.

O Quadro 3.3-2 apresenta os resultados da avaliação das tarefas segundo seu grau de importância, de dificuldade e de frequência. Esta operação permite em seguida a identificação as tarefas ditas características da profissão de operador de equipamentos de guindar (em negrito no Quadro 3.3-2). Por fim, cabe ressaltar que certas tarefas foram identificadas pelos especialistas consultados como sendo tarefas características e isto apesar de sua classificação.

Quadro 3.3-2: Avaliação e classificação das tarefas segundo seu grau de importância, de dificuldade e de frequência. Adaptado de Gouvernement de Québec (2001a)

F&T N°	FUNÇÕES E TAREFAS	Médias - Operador guindastes e de pontes rolantes					CLASSIFICAÇÃO
		Dificuldade	Importância	Frequência	D * I * F	Peso relativo	
	F1 CONTROLE PREVENTIVO						
T1	**Verificar o equipamento de guindar**	3,7	8	4	118,4	4,6	**Medianamente fácil e importante**
T2	Verificar os acessórios do equipamento de guindar	3,4	7,7	4	104,7	4,1	Muito fácil e importante
T3	Efetuar os ensaios de funcionamento do equipamento	2,8	5,9	3,8	62,8	2,4	Muito fácil e pouco importante
T4	Assegurar-se da segurança e saúde no trabalho	3	7,6	2,4	54,7	2,1	Muito fácil, mas importante
	F2 PREPARAÇÃO DAS MANOBRAS DE IÇAMENTO						
T5	**Tomar conhecimento do trabalho a realizar**	2,8	7,7	7	150,9	5,9	**Muito fácil, mas importante**
T6	Selecionar os acessórios de içamento	3,6	8,4	7	211,7	8,2	Medianamente fácil e importante
T7	Amarrar a carga	3,7	9,1	10,4	350,2	13,6	Medianamente fácil e importante
	F3 EXECUÇÃO DAS MANOBRAS DE IÇAMENTO						
T8	**Levantar a carga**	3,3	8,1	12	320,8	12,5	**Muito fácil, mas importante**
T9	**Deslocar a carga**	3,8	8,8	20,2	675,5	26,2	**Medianamente fácil e importante**
T10	**Colocar a carga**	3,8	6,5	13,6	335,9	13,0	**Medianamente fácil e importante**
T11	Soltar a carga	1,7	4,3	6,1	44,6	1,7	Muito fácil e pouco importante
T12	Estacionar o equipamento de guindar	1,8	3,1	3,6	20,1	0,8	Muito fácil e pouco importante
	F4 MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO DE GUINDAR E DE SEUS ACESSÓRIOS						
T13	**Identificar as anomalias sobre o equipamento e seus acessórios**	3,3	8,1	12	320,8	12,5	**Muito fácil, mas importante**
T14	**Verificar os reparos e manutenção efetuados**	3,8	8,8	20,2	675,5	26,2	**Medianamente fácil e importante**

Os resultados da avaliação das tarefas segundo seus graus de importância, de dificuldade e de frequência permitiu em seguida identificar as sete tarefas ditas características da profissão de operador de equipamentos de guindar (em negrito no Quadro 3.3-2).

As **tarefas 1, 6, 7, 9, 10, 13 e 14** são consideradas como **medianamente fáceis**, **mas importantes**. O grau de importância relativamente elevado destas tarefas indica que estas requerem uma formação estruturada.

As **tarefas 2, 4, 5 e 8** são consideradas como **muito fáceis, mas importantes**. O grau de dificuldade pouco elevado destas tarefas indica que estas não requerem uma formação muito longa nem muito desenvolvida. Todavia, os especialistas da profissão consideram que as **tarefas 5 e 8** são tarefas características da profissão.

Desta forma, devido a razões evidentes de segurança, a formação relativa à estas últimas deveria ocorrer em um contexto simulado de trabalho onde as consequências de uma execução inadequada são menos elevadas.

As tarefas **3, 11 e 12** são consideradas como **muito fáceis e pouco importantes**. O grau pouco elevado de dificuldade e de importância destas tarefas não justifica o desenvolvimento de uma formação muito avançada.

A partir de uma segunda análise de operador de grua autopropelida, também realizada na província de Québec (GOUVERNEMENT DE QUÉBEC, 2009), pôde-se obter na relação final de 24 tarefas apontadas neste último relatório, que 20 destas tarefas eram diretamente aplicáveis para o escopo do estudo de guindastes móveis sobre pneus e lança telescópica.

Cruzando esses dados com os resultados da análise da profissão realizada em Québec (2001a) apresentada anteriormente, na qual foram apontadas sete tarefas características, o total das 20 tarefas elencadas deste novo estudo Québec (2009), aplicáveis para guindastes móveis, pôde ser reduzido para seis tarefas críticas (6, 7, 8, 9, 11 e 19), análogas entre os dois estudos, que podem ser objeto de uma modelagem FRAM (cf. Figura 3.3-1) e que são apresentadas na tabela 3.3-3.

Tabela 3.3-3: Equivalência entre estudos de análise da profissão de operador de equipamentos de guindar (2001a) e do operador de grua autopropelida (2009)

T	Análise da Profissão (2001)	Núm	Análise do operador de grua auto-propelida (2009)
T1	Verificação do equipamento de guindar	6	Efetuar as verificações antes da posta em marcha e as inspeções rotineiras
T5	Tomar conhecimento do trabalho a ser executado	11	Efetuar previamente o planejamento do içamento
T8	Içar a carga	19	Efetuar as manobras elementares com o guindaste
T9	Movimentar a carga	19	Efetuar as manobras elementares com o guindaste
T10	Depositar a carga	19	Efetuar as manobras elementares com o guindaste
T13	Identificar as anomalias do equipamento e acessórios	7	Efetuar as verificações de forma continuada
		8	Efetuar manutenção menor do guindaste
		9	Inspecionar e realizar a manutenção de cintas e dos acessórios de movimentação de carga
T14	Verificar os reparos e manutenção efetuados	7	Efetuar as verificações de forma continuada
		8	Efetuar manutenção menor do guindaste

Neste capítulo compilamos as diversas estatísticas encontradas durante a pesquisa bibliográfica para o trabalho versando sobre o assunto acidentes com guindastes. Evidenciamos que o tombamento de guindastes móveis devido ao posicionamento inadequado dos estabilizadores é um dos principais responsáveis pelo colapso de guindastes nos canteiros de obra ao redor do mundo causando lesões, fatalidades e danos materiais e econômicos. Aproveitamos para introduzir o conceito de funções realizadas pelo operador de guindaste móvel que servirá de base para a modelagem FRAM do sistema cognitivo conjunto composto pelas

funções realizadas pelo operador e demais partes interessadas durante a manobra de movimentação de carga.

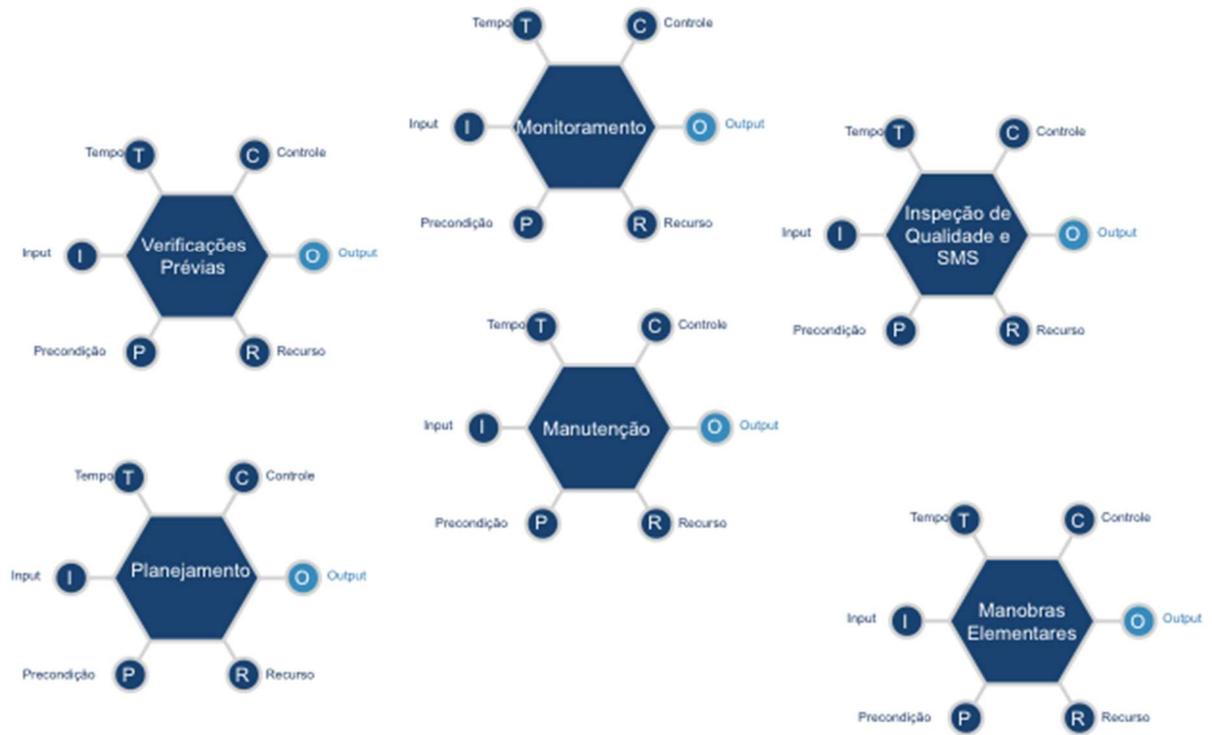



Figura 3.3-1: Modelagem FRAM das tarefas críticas à partir da análise da profissão de operador de operador de guindaste realizada em Québec

4 APLICAÇÃO DO MODELO FRAM

Neste capítulo primeiramente se descreverá o acidente do tombamento de um guindaste móvel ocorrido em uma instalação industrial. Em seguida apresentaremos a investigação realizada empregando-se a técnica tradicional de árvore de eventos. E por fim, realizaremos a investigação do mesmo acidente empregando-se o método FRAM visando à comparação entre as sugestões derivadas das conclusões dos relatórios de investigação.

4.1 DESCRIÇÃO DO INCIDENTE DO TOMBAMENTO ENVOLVENDO GUINDASTE MÓVEL

Ao chegar à frente de serviço para dar início ao turno noturno, o operador de guindaste X foi solicitado por um colaborador a auxiliar no içamento de equipamentos elétricos para o alto de uma estrutura metálica. O operador acionou o guindaste móvel QY50K, e por volta das 21 horas iniciou o levantamento da lança, girou a mesma para a lateral do guindaste começando a sua abertura a fim de posicioná-la para buscar o material solicitado. O guindaste tornou-se instável e antes do tombamento do equipamento o operador conseguiu sair da cabine e descer do guindaste, não sofrendo qualquer lesão. O guindaste foi inteiramente danificado e em sua queda colidiu contra outro guindaste vindo a repousar sua extremidade (jib) sobre uma plataforma elevatória que se encontrava desligada nas proximidades.

4.2 A INVESTIGAÇÃO REALIZADA

4.2.1 Guindaste caminhão XCMG QY 50K

Segundo o fabricante *Xuzhou Construction Machinery Group* - XCMG (XCMG, 2012a), trata-se de um guindaste sobre pneus de capacidade de carga de 50 toneladas com chassis de quatro eixos, lança telescópica de seção oval com cinco estágios, dois segmentos treliçados de jib, extensores duplo H e uma quinta patola dianteira conforme pode ser visto na fig. 4.2-1. O comando é do tipo hidráulico proporcional acionado por "*joystick*" na cabine que controla uma bomba hidráulica de operação com "*load sensing*", avançadas válvulas pilotadas e motores hidráulicos de

pistões e vazão variável, cujo objetivo é tornar as operações de levantamento de carga precisas e confiáveis.

Figura 4.2-1: Guindaste caminhão XCMG QY50K (XCMG, 2012b)

4.2.2 Registro fotográfico do tombamento

Figura 4.2-2: Guindaste caminhão XCMG QY50K tombado (arquivo pessoal)

4.2.3 Reconstituição baseada em depoimentos

4.2.3.1 O que ocorreu

Ao final do expediente diurno, um guindaste de 250 toneladas que era conduzido por uma rua lateral à unidade principal se deparou com uma interferência em seu trajeto; a rua encontrava-se obstruída pelo guindaste XCMG QY50K que ali se encontrava patolado para auxiliar na montagem de vigas pré-moldadas na área central da planta. O operador W recolheu as patolas do lado esquerdo para permitir a passagem do referido guindaste e como o turno de trabalho se aproximava do fim, ele desligou o equipamento e foi se trocar no vestiário.

Por volta das 20h30min o operador X chegou ao local de trabalho para dar início ao turno noturno de serviço, quando foi solicitado por um colaborador a ajudar no içamento de um painel elétrico e de alguns cabos elétricos.

O operador X conta que ao chegar ao local de trabalho para preparar o equipamento notou que a patola dianteira encontrava-se suspensa (sem contato com o piso). Ele ligou então o guindaste esperando o balão de ar se encher para ligar a bomba hidráulica. Segundo relata, desceu do equipamento e foi estabilizar a patola dianteira do equipamento que não estava em contato com o piso. Após a verificação do nivelamento do equipamento, o operador notou um pequeno desvio que foi imediatamente corrigido levantando a parte traseira direita do guindaste. Retornou a cabine e deu início ao processo de configuração do equipamento, levantando a lança num ângulo de 70º em relação ao solo, girou perpendicularmente ao alinhamento do eixo longitudinal do guindaste e começou a abertura da lança. Durante a abertura da lança, ao atingir aproximadamente 38m, o operador percebeu uma pequena instabilidade, porém continuou com o processo de abertura da lança, pois não viu neste fato motivo suficiente para parada da manobra. Ao atingir 40m de abertura de lança, a instabilidade tornou-se evidente e, o operador percebendo que o guindaste começava a adernar e não respondia mais aos comandos abandonou o equipamento antes de seu tombamento completo, o que ocorreu logo em seguida, conforme evidenciado na fig. 4.2-2.

O sinaleiro Z que normalmente lhe auxiliava estava ausente do local, pois buscava seu colete de identificação guardado no seu armário pessoal no vestiário, tendo comunicado ao operador X que se ausentaria por alguns instantes por este

motivo. O supervisor U responsável pela movimentação de carga no site não se encontrava no local durante o evento.

4.2.4 Plano de manutenção do guindaste XCMG QY50K

Seguindo as etapas previstas no procedimento de teste de carga, o teste foi realizado em 18/07/2008 apresentando um resultado normal, vide tabela 4.2-1.

Tabela 4.2-1: Resultado do teste de carga do guindaste XCMG QY50K

Comprimento da lança	18,05 m
Ângulo da lança	56º
Raio de trabalho	7,0 m
Carga máxima de trabalho	18.900 kg
Carga do teste	10.556 kg
Duração	30 min

4.2.4.1 Plano de manutenção preventiva primária

O plano de manutenção preventiva primária é composto por itens que devem ser verificados tanto no guindaste quanto no cavalo conforme uma frequência pré-estabelecida.

A manutenção preventiva foi realizada em 02/11/2008 com resultado normal. O registro da manutenção de operação foi efetuado em 11/1/2009. A inspeção diária de guindaste foi realizada para os dias do mês de fevereiro/2009. A planilha de inspeções de controle de equipamentos – Grupo C – Equipamentos Pesados foi preenchida por meio de inspeções efetuadas em 08/12/2008 e 09/02/2009.

4.2.4.2 Anomalias apontadas no serviço de manutenção

Durante o serviço de manutenção algumas anomalias foram identificadas:

a) Em 14/01/09, o computador de bordo não estava funcionando corretamente; os sensores de limites de cabo deixaram de funcionar;
b) Os cabos estavam interrompidos na caixa PAT; estes foram revisados e o terminal de ângulo de lança foi regulado;
c) Foi solicitada a verificação do sistema elétrico, pois nenhum sistema estava funcionando no computador do guindaste;

d) O sensor dentro da caixa PAT foi religado e regulado.

4.2.5 Capacidade de carga do guindaste XCMG QY50K

Um resumo dos dados referentes à capacidade de carga do guindaste em função das seções utilizadas é apresentado na tabela 4.2-2. Observar que quanto maior for a abertura da lança menor será a capacidade de carga do guindaste.

Tabela 4.2-2: Capacidade de carga segundo seções utilizadas – XCMG QY50k. Adaptado de (XCMG, 2007

Capacidade (t)	Seção	Altura (m)
50 ton. de (3,0m de raio)	seção base	
31 ton.	1ª seção estendida	18,05m
20 ton.	1ª e 2ª seções estendidas	25,40m
13,6 ton.	1ª, 2ª e 3ª seções estendidas	32,75m
8,2 ton.	lança totalmente estendida	40,10m
4,0 ton.	1ª seção do jib (8,5m)	
2,0 ton.	2ª seção do jib (15,0m)	

Nota: Momento máximo de levantamento com lança padrão é 1764 KN.m

4.2.5.1 Tabelas da carga nominais do guindaste

A leitura das tabelas de carga do equipamento requer que operador possua conhecimento sobre as algumas premissas essenciais. Os dados constantes das tabelas são capacidades máximas para a configuração de um guindaste estabilizado sobre solo firme e para um guindaste com estabilizadores totalmente estendidos e estabilizador dianteiro acionado.

As cargas são estabelecidas para um guindaste operando a 75% do limite de tombamento e as cargas máximas indicadas incluem o peso do bloco de gancho e cintas de amarração.

Todavia as informações que constam das tabelas do Manual do guindaste XCMG QY50K são de difícil interpretação para um operador, pois se encontram disponíveis nos idiomas chinês e inglês. Os dados técnicos do equipamento foram agrupados no anexo H.

4.2.6 Desempenho operacional do guindaste

A tabela 4.2-3 apresenta um resumo dos principais quantitativos correspondentes ao desempenho operacional do guindaste XCMG QY50K.

Tabela 4.2-3: Desempenho operacional – XCMG QY50k. Adaptado de (XCMG, 2007)

Descrição do item	Unidade associada
Capacidade máxima de levantamento	50 ton.
Raio mínimo de operação	3m
Momentos máximos de levantamento com lança totalmente recolhida	1764 kN.m
Momentos máximos de levantamento com lança totalmente estendida	823 kN.m
Distância de abertura entre estabilizadores laterais	6,6 m
Tempo de elevação da lança	88 s
Tempo total de abertura da lança	180 s

4.2.7 Investigação realizada pelo Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT

O Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT é o órgão da empresa responsável, entre outras atribuições, por conduzir as investigações de acidentes do trabalho no âmbito da empresa.

Segundo a documentação médica apresentada o operador encontrava- se em estado normal de saúde física e mental, estando com seus exames médicos em dia e não se queixando de nenhum sintoma.

O operador afirma ter verificado que as patolas estavam totalmente abertas e apoiadas nos dormentes. Fato este que não pode ser comprovado pelas fotografias tomadas logo após o tombamento do equipamento, conforme se observa na figura 4.2-3. As patolas direitas estão estendidas e as patolas esquerdas recolhidas, pois não houve rompimento do sistema hidráulico.

O operador não possuía experiência necessária (de cinco anos, segundo exigência contratual) para operação de guindastes em áreas industriais e encontrava-se no período de treinamento, pois vinha operando uma máquina de menor porte antes de começar a utilizar o guindaste XCMG QY50K.

A análise preliminar de risco utilizada foi elaborada de forma genérica para movimentações de carga e não contemplava este cenário específico.

Figura 4.2-3: Patolas esquerdas retraídas do guindaste caminhão XCMG QY50K (arquivo pessoal)

4.2.8 Cálculo dos momentos de tombamento

As tabelas de carga do guindaste somente fornecem dados para a lança lateralmente disposta com patolas parcialmente estendidas ou totalmente estendidas (respectivamente 5m e 6,6m), cf. anexo H.

Um cálculo estático dos momentos envolvidos demonstra a instabilidade provocada pela mudança nos apoios.

A força F é a somatória Σ (peso da carga + peso da lança com acessórios) e está aplicada a uma distância Bp do ponto de apoio que é o ponto da patola onde o guindaste poderia iniciar um tombamento.

A resistência a este tombamento é o peso do guindaste R que é a somatória Σ (contrapeso + motor + estrutura) concentrada no CG do guindaste.O guindaste perderá seu equilíbrio, quando o produto da força F pela distância Bp for maior que o produto do peso R, aplicado no centro de gravidade CG da máquina, pela distância Br.

F x Bp = R x Br

No caso dos guindastes sobre pneus, a posição do centro de gravidade muda bastante quando a carga é içada pela frente, por trás ou pelas laterais. Com a carga na lateral, a distância do CG se aproxima do ponto de tombamento; a carga segura devendo ser bem menor para manter a estabilidade. O ponto de tombamento, em qualquer posição, ficará sempre nas patolas, considerando que as patolas devam sempre estar na posição de máxima abertura.

Dados:

peso da lança = 6 t;

peso do contrapeso = 8,6 t e;

peso componentes = 0,62 t

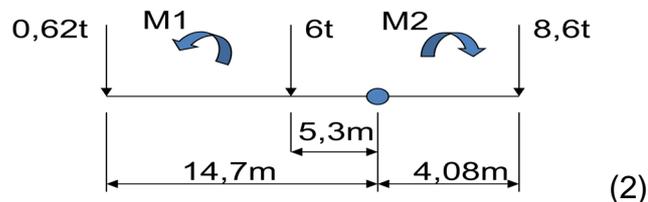
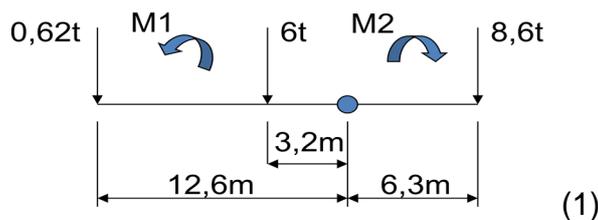



Figura 4.2-4: Representação gráfica dos momentos atuando sobre XCMG QY50k

Operação equilibrada (1)

Para equilíbrio: M2 > M1➔ M1: 7,8+19,2 = 27,0 t.m ➔ M2: 54,2 t.m **OK**

Operação desequilibrada (2)

- Para equilíbrio: M2 > M1 ➔ M1: 9,2+31,8 = 41,0 t.m ➔ M2: 35,1 t.m **NÃO OK**

Obs.: Tabela de carga com jib, 0° offset, lança full, cf. anexo H.

O guindaste na condição do evento se encontrava com suas patolas esquerdas totalmente retraídas, desta feita o peso próprio da lança e acessórios provocou um momento que o contrapeso e o peso da estrutura do equipamento não puderam

contrabalançar, conforme demonstrado pelo cálculo correspondente aos cenários da figura 4.2-4.

4.2.9 Requisitos técnicos

O manual de operação do guindaste QY50K *truck crane – operation manual* que se encontrava dentro do equipamento estava em chinês. O documento foi posteriormente apresentado em inglês, porém nenhum operador lê ou fala inglês. O manual do equipamento indicador do momento de carga - LMI - *crane safety load moment indicator* – HIRSCHMANN HC4900, cf. figuras 4.2-5 e 4.2-6, também se encontrava em inglês e não estava à disposição no canteiro, tendo sido trazido após o incidente.

Disponíveis no equipamento, no local de trabalho, somente se encontravam as tabelas de carga, contudo o manual do equipamento possui diversas informações que são fundamentais para o correto desempenho do conjunto homem-máquina, dentre as quais elencamos algumas no Quadro 4.2-1.

Quadro 4.2-1: Itens relacionados a Segurança no manual de operação - XCMG QY50K. Fonte XCMG (2007)

Item do manual	**Tema**	**Explicação**
1.3.7	Checklist do operador pág.5, 3)	Inspecionar cuidadosamente os componentes de içamento tais como cabos, lança, patolas, ganchos...
1.3.8	Precauções operacionais, pág. 6, 11)	Nunca opere o guindaste antes de estender completamente o pistão hidráulico e as vigas de patolamento.
4.3	Operação das patolas, pág. 27, 7)	Nunca opere o guindaste antes de posicionar as estendidas patolas.
6.2	Display do LMI, pág. 52, 7)	Lâmpada indicadora de vigas de patolamento semi-estendidas.
6.4	Controlador esquerdo, pág. 54, S20	S20: tecla para desligamento da sobrecarga – Quando uma operação além do limite permitido é detectada pelo LMI, o movimento de içar, abaixar e estender da lança será parado imediatamente. Apertando a tecla libera o controle de limite

6.6	Notas quanto à operação, pág. 55, b)	Uma tecla de liberação de sobrecarga (S20) é prevista no sistema. Utilize essa tecla cuidadosamente quando o guindaste estiver em sobrecarga. Em geral, não utilize essa tecla. (Perigo!)
8	Dispositivos de Segurança pág.62, 2)	Quando uma sobrecarga ocorrer, o limitador de momento automaticamente impedirá os movimentos que aumentariam os momentos de carregamento (extensão da lança, abaixamento da lança e elevação da carga) e somente libera as operações que visem a diminuir os momentos de carregamento (retração da lança, elevação da lança e abaixamento da carga). Nota: a) Ler o manual do LMI e, b) O computador LMI é um dispositivo muito importante de segurança, portanto nunca leve adiante operações não permitidas com sua tecla desligada (tais como estender a lança com uma carga sendo içada).
8.4	Válvula de segurança hidráulica pág. 63	É utilizada para prevenir a sobrecarga. Ela pode parar operações que aumentariam os momentos de carregamento (extensão da lança, abaixamento da lança e elevação da carga) e somente libera as operações que visem a diminuir os momentos de carregamento (retração da lança, elevação da lança e abaixamento da carga).

Figura 4.2-5: Interface gráfica do display do LMI - Hirschmann HC 4900 e detalhe da informação sobre a configuração de abertura dos estabilizadores (arquivo pessoal)

Figura 4.2-6: Painel de controle do guindaste XCMG QY50K e detalhe do interruptor de controle da patola (arquivo pessoal)

4.2.10 Procedimentos de movimentação de carga com guindaste

O procedimento de segurança para guindastes e içamentos da empresa contratante (SKANSKA, 2007) indicava que se deve "estender totalmente os elementos de apoio ou sapatas (quando não for possível utilizar a tabela de carga indicada para a configuração a ser usada)" e também requer o preenchimento de um formulário de autorização para içamentos normais.

O procedimento de movimentação de carga com guindaste da empresa subcontratada (TRANSPORTE, 2007) indicava que "[...] as patolas do equipamento de movimentação devem estar estendidas e apoiadas".

4.2.11 Árvore dos porquês

O procedimento de investigação adotado pela empresa prevê a necessidade de elaboração de uma árvore dos porquês nos casos de acidentes de grande porte. A figura 4.2-7 retrata as hipóteses retidas e as descartadas, assim como deixa em aberto situações pra as quais não há certeza aparente.

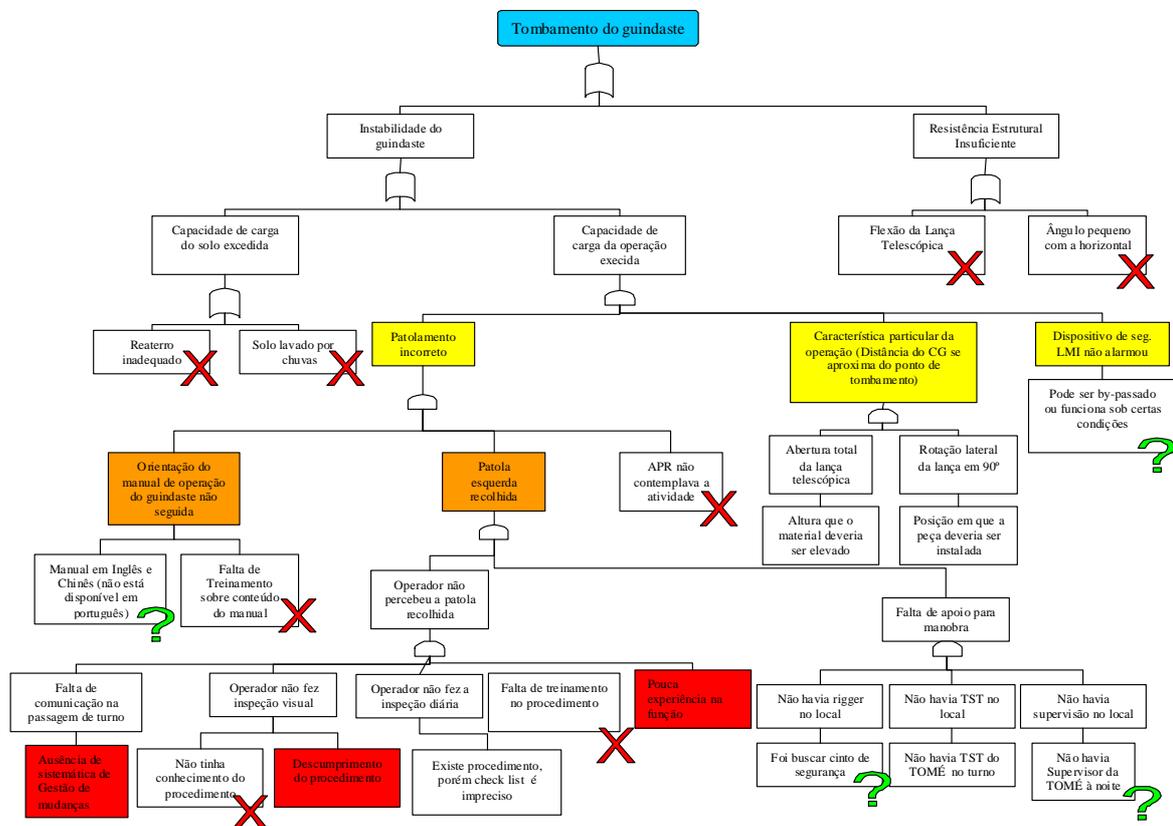



Figura 4.2-7: Árvore dos porquês do evento do tombamento do guindaste

4.2.12 Causas básicas e imediatas

A partir das conclusões aportadas pela árvore de eventos acima, a equipe do SESMT chegou às seguintes causas:

Causa imediata: Instabilidade gerada pelo peso próprio da lança associado com a ausência de patolamento (patola esquerda encontrava-se fechada).

Causa básica: Descumprimento dos procedimentos guindaste e içamento e movimentação de carga com guindaste.

Fatores contribuintes: Falha na aplicação do Sistema de Gestão de SMS; em particular apontando para uma gestão de mudanças deficiente e falta de DDS à noite e inspeção.

4.2.13 Plano de ação

Em decorrência das causas assinaladas acima, é elaborado um plano de ação corretivo e um plano de ação preventivo para tratar os desvios apontados pela investigação.

4.2.13.1 Plano de ação imediato

a) Isolamento da área afetada;
b) Instalação de extintores de incêndio e barreiras de contenção como forma de prevenção;
c) Instalação e nomeação da comissão de investigação;
d) Retirada do guindaste tombado seguindo APR criada para esse fim.

4.2.13.2 Plano de Ação corretivo/preventivo

a) diálogo diário de segurança, meio ambiente e saúde - DDSMS com todos os operadores de guindastes
b) revisão da análise preliminar de riscos genérica utilizada – APR para serviços de içamento;
c) reciclagem dos operadores de guindaste no procedimento guindaste e içamento e no manual de operações dos equipamentos

d) implantação de uma sistemática de comunicação efetiva entre os turnos para a equipe de movimentação de carga e realização de DDS e inspeções;
e) o SESMT deverá verificar a experiência em carteira dos operadores.

As propostas feitas pela empresa para atacar o problema do tombamento do guindaste *grosso modo* se resumiram a atribuir a responsabilidade pelo ocorrido ao operador, tendo em vista as medidas propostas oriundas das conclusões apontadas por meio da aplicação da árvore de eventos.

A observação relativa a pouca experiência na função do operador e o descumprimento do procedimento são consideradas provas necessárias e suficientes para estas conclusões.

4.3 FRAM APLICADO AO INCIDENTE ENVOLVENDO GUINDASTE MÓVEL

4.3.1 Identificação das funções - Etapa 1 FRAM

Um modelo FRAM descreve as funções de um sistema e os potenciais acoplamentos entre funções. O modelo não descreve ou representa uma sequência real de eventos, ou seja, um cenário de acidente. O desenvolvimento do modelo termina pela descrição da variabilidade potencial.

Seguindo os princípios do método FRAM de acordo com Hollnagel (2012a, 2012d), o primeiro passo é identificar, para o caso em questão, as funções que são requeridas para o trabalho no dia a dia ter êxito, isto é, as funções sem as quais o sistema não consegue atingir seus objetivos.

Se o objetivo ou propósito de uma atividade é proceder à movimentação de uma carga especificada em um plano de *rigging* através da utilização de um guindaste móvel, podemos representar o processo de levantamento de carga por meio de um fluxograma, cf. figura 4.3-1.

Primeiramente verifica-se a necessidade de se movimentar uma carga e se o guindaste constitui a melhor opção. Em seguida determinam-se os acessórios requeridos em função das características da carga a ser movimentada. Existe um passo inicial antes de determinar o tipo de içamento que é a verificação da

experiência e competência do operador. Determina-se se içamento é normal ou crítico e procede-se à escolha do guindaste móvel após inspeções pré-utilização.

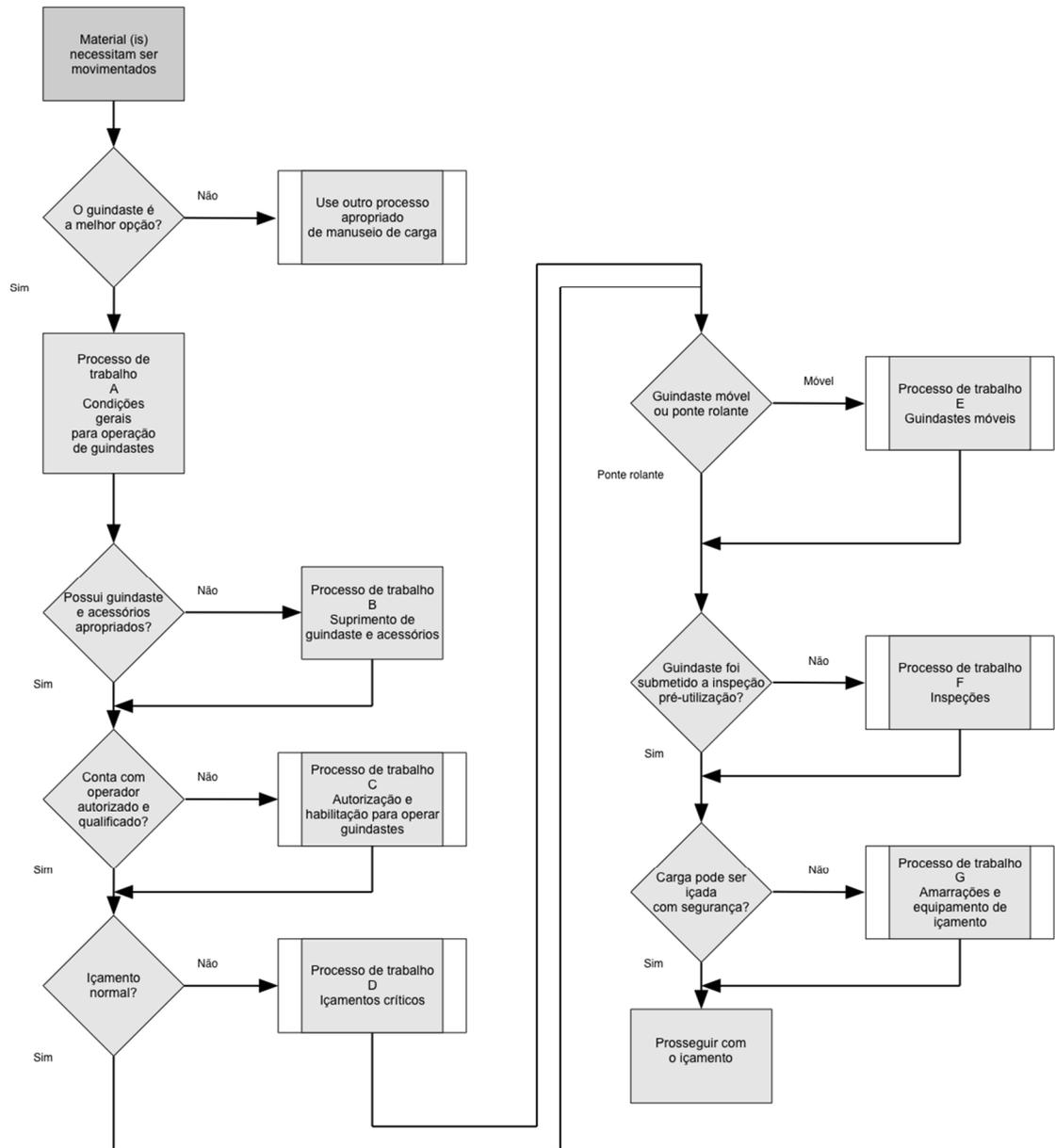



Figura 4.3-1: Fluxograma de uma movimentação de carga típica com guindaste móvel

Anteriormente foram elencadas seis funções necessárias pelo estudo canadense cf. Tabela 3.3-3 e a modelagem gráfica do sistema foi inicialmente apresentada cf. Figura 3.3-1. No entanto, para a análise da movimentação de carga correspondente ao estudo de caso em questão a função manutenção (preventiva e corretiva) não é preponderante. Assim redefinimos o modelo básico introduzindo em seu lugar a função geral <finalizando a manobra>.

a) preparar a manobra da carga, i.e., o planejamento (configuração do guindaste, amarração da carga e preparação do entorno);
b) verificar e os equipamentos do guindaste e seus acessórios (verificações prévias dos itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos);
c) movimentar a carga (manobras elementares tais como: suspender, girar, transladar e abaixar a carga) e,
d) finalizar a manobra de movimentação da carga (depositar, travar, alinhar / aprumar / nivelar e soltar a carga);
e) o monitoramento contínuo do equipamento por meio dos dispositivos eletrônicos e;
f) complementarmente temos e as ações de Segurança e Saúde, Meio Ambiente e Qualidade associadas à manobra de movimentação de carga.

As ações de preparar, verificar e movimentar a carga, por sua vez tornam-se objetivos ou metas que podem ser realizados por outras funções.

> Essa identificação recursiva de metas e funções permitirá, depois de certo tempo, identificar todas as funções que são necessárias para se atingir um propósito específico e, portanto todas as funções que devem ser consideradas na prevenção de acidentes. (HOLLNAGEL, 2004)

A análise FRAM começa caracterizando essas funções e como elas são mutuamente dependentes. O trabalho se concentrará por motivos práticos nas funções que deveriam estar presentes para que a conclusão da manobra de movimentação de carga tivesse sido realizada com sucesso. Isto faz sentido, visto que foi nesta etapa que o desempenho teve uma grande variação, que levou a um desfecho indesejado.

Assim esse evento pode ser descrito em termos de seis funções macro da manobra de movimentação de carga, mostrados na figura 4.3-2, que também representam a sequência de atividades necessárias ao guindaste durante a sua utilização. Para a análise do evento, as macro funções descritas acima serão desdobradas em funções menores definidas a partir do contexto no qual o evento ocorreu.

A partir do relatório existente de investigação do incidente do tombamento guindaste pudemos evidenciar algumas particularidades relacionadas ao evento em questão:

a) início do turno da noite sem o procedimento passagem de turno;

b) a supervisão da equipe de movimentação de carga estava ausente do canteiro assim como os auxiliares de movimentação de carga;

c) o operador foi atender a uma solicitação informal para içamento de alguns cabos de energia por sobre uma elevada estrutura existente, sem a emissão de plano de *rigging* correspondente.

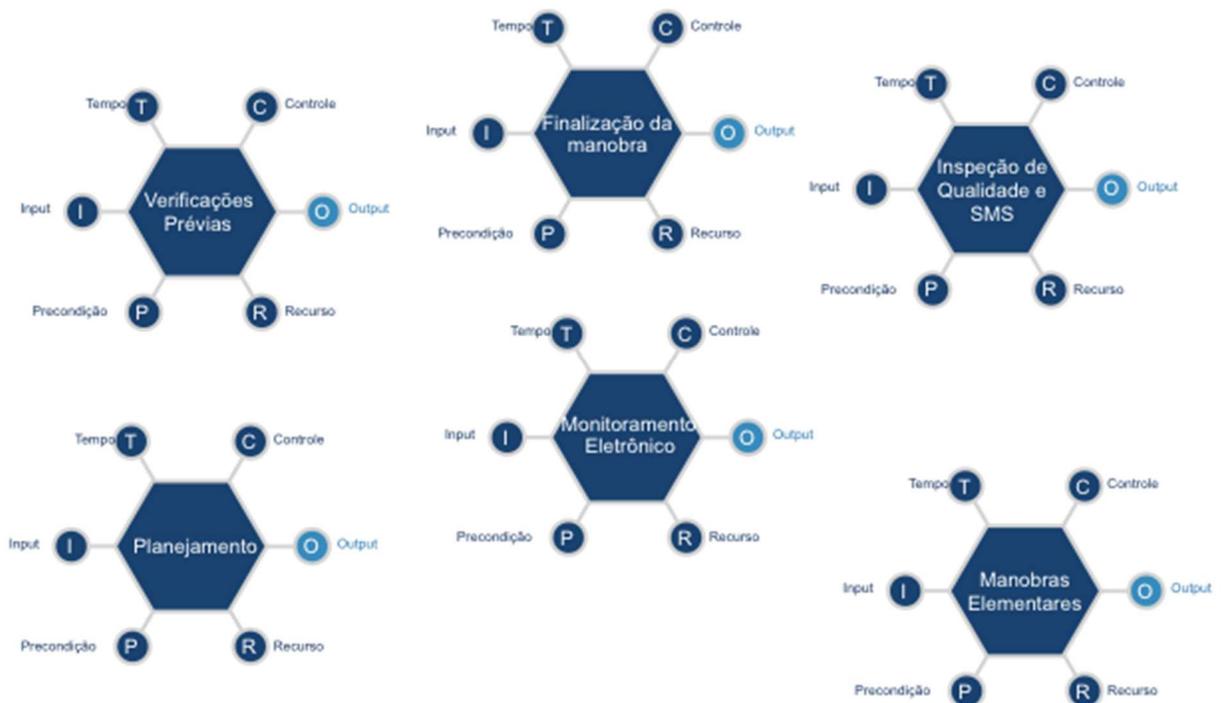



Figura 4.3-2: Hexágonos das funções macro de uma movimentação de carga com guindaste

A partir destas condições iniciais é possível identificar e descrever as funções de interesse para análise do evento objeto do estudo. Para facilitar a compreensão, inicialmente descreveremos os aspectos das funções diretamente ligadas ao evento, e posteriormente estas descrições serão aprofundadas e complementadas com descrições de outros aspectos relevantes, cf. anexo B.

O ponto de partida pode ser a função chamada de <travamento da carga> exibida no quadro 4.3-1.

Quadro 4.3-1: Representação FRAM da função <Travamento da carga>

Nome da FUNÇÃO	**Travamento da carga**
Descrição	Parte da finalização da manobra de movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de montagem eletromecânica.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A movimentação de carga foi concluída
Output:	A carga foi travada (aparafusada, soldada ou cunhada)
Precondição:	A carga está posicionada sobre a base ou suporte.
	A carga está nivelada, aprumada ou alinhada
Recurso:	Inicialmente não descrito
Controle	Inicialmente não descrito
Tempo	Inicialmente não descrito

A descrição dos aspectos desta função <travamento da carga> aponta para quatro outras funções, uma para o *Input*, outra para o *Output* e duas para Precondições.

O *Output* <A carga foi travada (aparafusada, soldada ou cunhada)> é o *Input* de uma nova função que pode ser chamada de <Soltando a carga>, cf. quadro 4.3-2.

Quadro 4.3-2: Representação FRAM da função <Soltando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Soltando a carga**
Descrição	A ser realizado pela equipe de montagem eletromecânica após o travamento ser concluído.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A carga foi travada (aparafusada, soldada ou cunhada)
Output:	A carga foi solta
Precondição:	Inicialmente não descrito
Recurso:	Inicialmente não descrito
Controle	Inicialmente não descrito
Tempo	Inicialmente não descrito

A segunda é a função à montante que tem como Output <A movimentação da carga foi concluída>, cf. quadro 4.3-3.

Quadro 4.3-3: Representação FRAM da função <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Movimentando a carga**
Descrição	Processo de mudança de posição da carga de seu ponto inicial até o seu destino. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
Output:	A movimentação da carga foi concluída
Precondição:	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)

	O plano de rigging emitido
	Patolamento do guindaste efetuado
	Preparação da manobra de movimentação de carga finalizada (amarração da carga e verificação do entorno)
	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
	Operações elementares realizadas
Recurso:	Guindaste móvel 50 ton
	Operador de guindaste móvel
	Rigger/Auxiliar de movimentação de carga
	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
Controle	Procedimento de movimentação de carga com guindaste
	Procedimento de segurança na movimentação de carga com guindastes
	APR para a manobra de movimentação de carga
Tempo	Inicialmente não descrito

E a terceira e quarta são as duas funções a montante que têm como *Output* as duas precondições descritas para <travamento da carga> a saber, <A carga foi nivelada, aprumada ou alinhada> cf. quadro 4.3-4 e <A carga foi posicionada sobre a base ou suporte> cf. quadro 4.3-5.

Quadro 4.3-4: Representação FRAM da função <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte>

Nome da FUNÇÃO	**Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte**
Descrição	Parte da finalização da manobra de movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de topografia e montagem eletromecânica
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A movimentação de carga está concluída
Output:	A carga foi nivelada, aprumada ou alinhada
Precondição:	A carga está posicionada sobre a base ou suporte.
Recurso:	Equipe de montadores mecânicos e inspetores dimensionais
Controle	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após a movimentação de carga e seu posicionamento.

Quadro 4.3-5: : Representação FRAM da função <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte>

Nome da FUNÇÃO	**Posicionamento da carga sobre a base ou suporte**
Descrição	Objetivo final da manobra de movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de logística.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A movimentação de carga está concluída
Output:	A carga foi posicionada sobre a base ou suporte.
Precondição:	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Guindaste com menos de 10 anos de fabricação
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
Controle	Plano de rigging emitido
	Análise Preliminar de Riscos - APR elaborada
	Supervisão de movimentação de carga no local
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após a movimentação de carga.

Na análise FRAM, a função <Desmobilizando o guindaste> é considerada na primeira iteração como uma função de segundo plano (background). A função é necessária como um destino para o *Output* guindaste foi liberado para desmobilização. Visto que <Desmobilizando o guindaste> neste caso serve simplesmente como um dissipador para o *Output* de uma função à montante, esta não necessita ter um *Output* para si mesmo. Como nenhum aspecto é descrito, <Desmobilizando o guindaste> não aponta para nenhuma outra função adicional. Constitui, portanto um ponto final natural da análise e pela mesma razão, define também o limite do sistema sendo analisado. Como esta é considerada como uma função *background* somente o seu *Output* é definido.

Uma representação gráfica completa da modelagem da operação de um guindaste pode ficar saturada, por esta razão optamos por dividir a manobra de movimentação de carga com guindaste em três etapas: a mobilização, a manobra propriamente dita e a desmobilização, distribuindo desta forma as funções ao longo da operação de movimentação de carga com guindaste móvel. A modelagem da evolução no tempo destas três etapas de uma movimentação de carga padrão, exibindo a variabilidade potencial de cada função, pode ser pode ser retratada respectivamente nas figuras 4.3-3, 4.3-4 e 4.3-5.

A fig. 4.3-3 descreve a concepção inicial de uma movimentação de carga partindo das entregas da estrutura analítica do projeto (EAP), do cronograma de atividades associado e dos desenhos de Engenharia que servem de base para o planejamento dos temas relacionados à Segurança (procedimentos, APR e plano de rigging) e operação do equipamento propriamente dita (verificações, disponibilização e preparação).

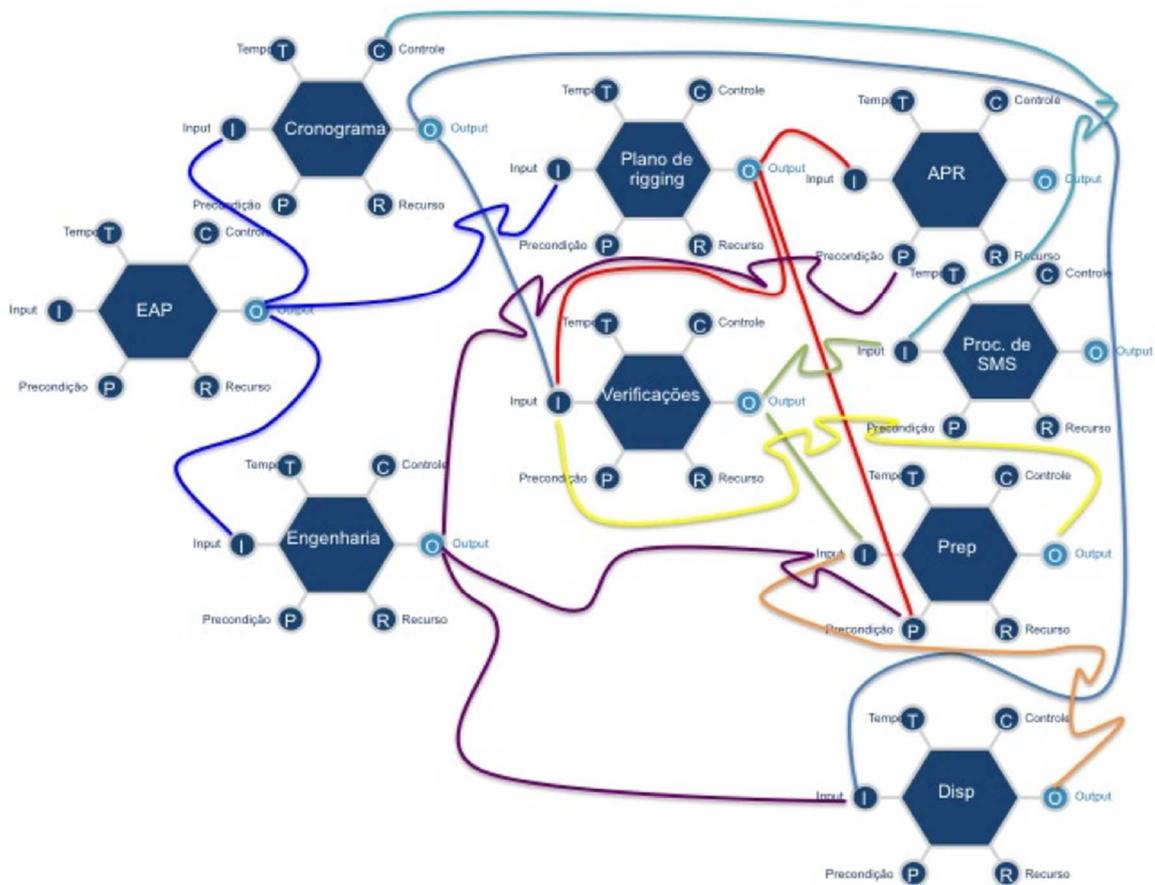



Figura 4.3-3: Modelização FRAM da parte inicial de uma movimentação de carga

A fig. 4.3-4 retrata o cerne da operação de movimentação de carga. Somadas às funções anteriormente exibidas temos agora a partida do equipamento, as operações elementares (girar a mesa, levantar/abaixar a lança, abrir/recolher a lança), as operações de inserção de dados no dispositivo indicador de momento de carga (LMI), o patolamento e a movimentação propriamente dita. Algumas funções de suporte aparecem na periferia da atividade chave (Supervisão, Sinalização).

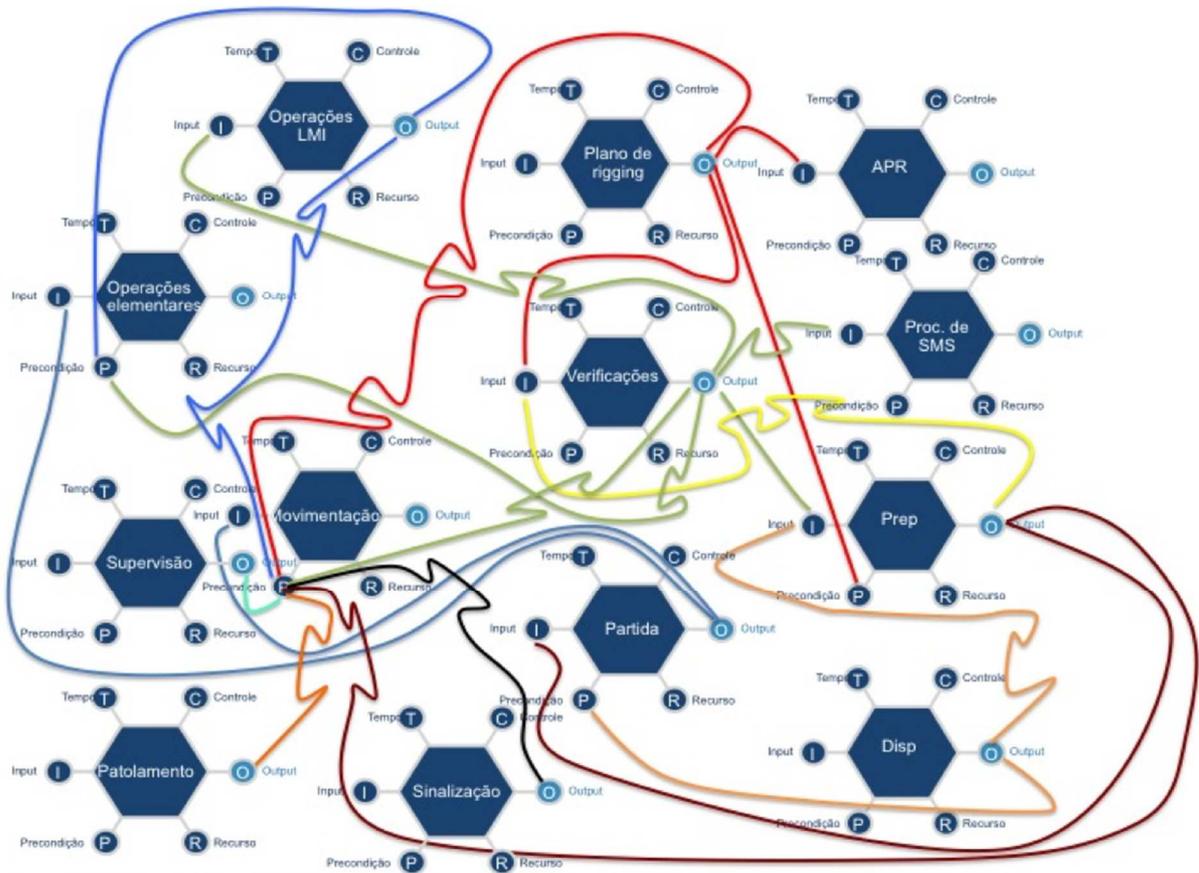



Figura 4.3-4: Modelização FRAM da parte intermediária de uma movimentação de carga

A fig. 4.3-5 se concentra na fase final da movimentação de carga, quando o objetivo da manobra de içamento é alcançado, isto é, a carga é posicionada, travada, nivelada e posteriormente solta. O guindaste pode então ser liberado para a próxima frente de serviço ou até mesmo ser desmobilizado.

Como pode ser observado nesta primeira modelagem do sistema, o *Output* das funções se relacionam no tempo ao longo do evento basicamente com *Inputs* e Precondições, visto que os atributos de Tempo, Controle e Recursos inicialmente ainda não foram todos descritos.

Em uma posterior modelagem do sistema, certas funções que anteriormente foram consideradas como de segundo plano (*background*) podem eventualmente ser alçadas a funções de primeiro plano (*foreground*) em razão de acoplamentos que emergem da modelagem da operação de movimentação de carga com guindaste.

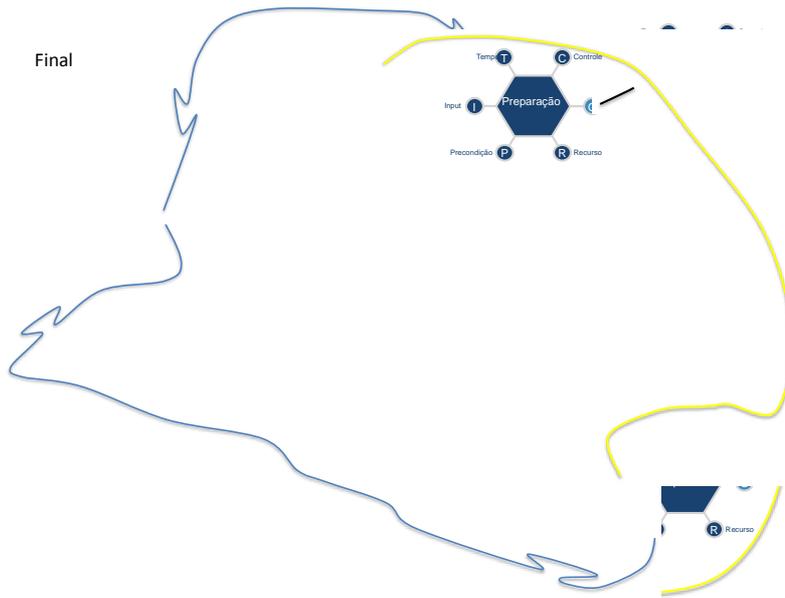



Figura 4.3-5: Modelização FRAM da parte final de uma movimentação de carga

Todas as funções de primeiro plano (*foreground)* e de segundo plano (*background)* que foram identificadas nesse trabalho encontram-se no anexo C e os quadros correspondentes encontram-se no anexo B

Uma segunda passagem do modelo poderá eventualmente apontar eventuais funções de "Controle" a partir de uma descrição mais elaborada das funções.

Pode-se conceber de imediato, conhecendo a priori os dados constantes do relatório de investigação do incidente do tombamento de guindaste, a importância da função <Patolamento>. Esta é uma precondição imediata da função <Movimentando>, cerne do objetivo principal de movimentar uma carga, mas que também está envolvida, por meio de seu *Output*, em relações de dependência a outras funções importantes do sistema.

As funções <Supervisão> e <Sinalizando> são fundamentais em uma movimentação de uma carga com guindaste de grande porte, e consequentemente uma função <Comunicação> aparece desde já como crucial, sendo desta forma promovida, devido a sua importância, de uma função inicialmente elencada como *background* para uma função *foreground*.

Tampouco podemos deixar de representar em uma posterior modelagem do sistema toda a tecnologia embarcada hoje em dia nos guindastes por meio de alarmes, limitadores de carga e dispositivos limitadores de momento de carga. Estes contribuem diretamente no apoio à manobra do operador, porém sua interface em um idioma estranho aos operadores assim como a possibilidade de "*by-pass*" ,

permitida pelo fabricante do equipamento, por meio de teclas específicas acessíveis no painel de controle e no *joystick* que comanda a manobra, devem ser levados em consideração durante a modelagem do sistema.

4.3.2 A identificação da variabilidade – Etapa 2 FRAM

> Certo número de iterações pode ser necessário para desenvolver um modelo FRAM aceitável de uma atividade. Mas, no final o modelo que terá sido produzido explicará o funcionamento diário ou o desempenho que é a base necessária para entender um desenvolvimento específico. (HOLLNAGEL, 2012a)

A análise deste desenvolvimento constitui a segunda parte do método. Esta análise pode olhar para algo que aconteceu, ou para uma situação futura hipotética. Em qualquer caso, a análise é feita utilizando uma ou mais instanciações do modelo.

Visto que essencialmente todas as funções incluídas no modelo FRAM são realizadas e controladas por humanos, todas as funções são potencialmente sujeitas à variabilidade. A variabilidade de desempenho pode ser encontrada por meio da utilização de descrições de diversas fontes de variabilidade.

4.3.2.1 Variabilidade interna

Este foi um evento de curta duração, de modo que a movimentação não foi longa o suficiente para gerar fadiga no operador durante o levantamento de carga. Podem ter ocorrido efeitos decorrentes do ciclo circadiano, pois este operador já estava trabalhando no turno noturno há algum tempo, mas na ausência de dados específicos a esse respeito assumiu-se que a variabilidade interna não foi significativa.

Do ponto de vista do funcionamento do guindaste, não existia nada nos relatórios do acidente que sugerisse alguma anomalia tecnológica.

4.3.2.2 Variabilidade Externa

Uma fonte de variabilidade decorre da não utilização do procedimento operacional: o operador aparentemente supôs que o guindaste estava com as patolas totalmente estendidas, apesar de ter verificado (somente) a patola dianteira, segundo transcrição de seu relato.

Outra fonte potencial de variabilidade no processo decorre da falta de comunicação visual, aquela envolvendo o *rigger* e seus auxiliares que estavam todos ausentes no início da manobra. Esta falta de “Controle” pode ter contribuído para uma situação de sobrecarga não detectada pelo operador.

A qualificação dos operadores é outra fonte de variabilidade. O operador do guindaste era um operador júnior recentemente admitido para trabalhar um uma máquina de 20 ton. e totalmente novo na operação da máquina de 50 ton. que tombou; e isto, somente poderia ser permitido sob constante supervisão dos encarregados/supervisores da disciplina de movimentação de carga durante todo o seu período de adaptação.

A Supervisão também produziu fontes de variabilidade. Ela carregava a responsabilidade de verificar o preenchimento correto dos formulários de inspeção do guindaste e autorizar a sua movimentação com a equipe completa alocada ao equipamento; sua ausência também introduziu variabilidade no “Controle” de diversas funções.

Estas fontes de variabilidade minaram os “Controles” de diversas funções fazendo o sistema operar praticamente em malha aberta, sujeito, portanto, a perda completa do controle. Durante o evento, o sistema ficou a mercê das decisões de uma única pessoa – o operador do guindaste – que teve de lidar com a conjugação de diversas variabilidades.

Esta situação foi exacerbada pela falta/dificuldade de comunicação entre a linha de mando da supervisão e o operacional criando outra fonte externa de variabilidade e dificuldade de controle. Não foi a função tecnológica de comunicação que tal como ela é que variou (i.e., a qualidade da comunicação), mas em vez disto foi a comunicação propriamente dita que não estava disponível.

Para as funções organizacionais, pode-se assumir que não houve variabilidade durante o evento. De fato, todo o evento demorou cerca de dez minutos.

Para as funções tecnológicas, não há indicação disponível que estas não tenham desempenhado como requerido.

Segundo Hollnagel (2012a), na solução curta do método FRAM, que é a mais prática para um primeiro momento, a variabilidade potencial do *Output* de uma função pode variar em termos de Tempo ou Precisão, cf. quadros 4.3-6 e 4.3-7, seja esta:

a) uma função tecnológica, que são realizadas por diversos tipos de maquinários. Incluem alguma forma de equipamento computacional ou tecnologia da informação que lhe permite coletar, armazenar, processar, analisar e transmitir dados (em laranja);
b) uma função humana executada por indivíduos ou pequenos grupos (em amarelo) ou;
c) uma função organizacional, realizada por um grupo ou grupos de pessoas, nos quais atividades são explicitamente organizadas (em verde).

Quadro 4.3-6: : Possível variabilidade de Output com relação a Tempo. Adaptado de Hollnagel (2012a)

Possível variabilidade do *Output* com relação ao Tempo				
	Intervalo temporal de variabilidade de um *Output*			
	Muito cedo	No prazo	Muito tarde	Não realizado
Função tecnológica	Improvável	Normal, esperada	Improvável, mas possível se software ou parte do equipamento/ acessórios estiver envolvido	Muito improvável somente em caso de ruptura completa)
Função humana	Possível (*snap answer*), respostas prematuras (reflexo), serendipidade	Possível, deveria ser típico	Possível, mais provável do que muito cedo	Possível, em um menor grau
Função organizacional	Improvável	Provável	Possível, atrasos são comuns	Possível

Assim pode-se elaborar as tabelas para cada função *foreground* identificada a fim de verificar as possíveis variabilidades potenciais de seus *Outputs* quanto a tempo e precisão sobre as funções à jusante, como por exemplo a função <Elaborando a APR> do quadro 4.3-8.

O objetivo desta modelagem é tentar responder para cada função qual é a sua variabilidade, quais são as razões (motivações, premissas) e quais foram os meios (ajustes ou atalhos) empregados.

Quadro 4.3-7: Possível variabilidade de Output com relação à Precisão. Adaptado de Hollnagel (2012a)

Possível variabilidade do *Output* com relação a Precisão			
	Intervalo de precisão de variabilidade de um *Output*		
	Preciso	Aceitável	Impreciso
Função tecnológica	Normal, esperado	Improvável	Improvável
Função humana	Possível, mas improvável	Típico	Possível, provável
Função organizacional	Improvável	Possível	Provável, referindo-se a condições gerais

Todas as tabelas com as variabilidades potenciais e atuais de cada função *foreground,* identificadas em termos de tempo e precisão, de acordo com a solução simples proposta por Hollnagel (2012a) se encontram agrupadas no anexo D.

Quadro 4.3-8: Variabilidade potencial da função <Elaborando a análise preliminar de riscos – APR>

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR**	
VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	A APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Antes da realização de qualquer movimentação de carga constitui um pré-requisito a emissão do documento de avaliação preliminar de riscos _APR. O documento precisa estar de posse do operador no início da manobra.
		Aceitável: Típico. A análise de riscos em geral é desenvolvida para uma gama de operações de movimentação de carga, e portanto contempla as situações comuns do dia à dia, mas pode sob certas condições necessitar ser feita especificamente para alguma manobra.

A próxima etapa de método FRAM consiste na identificação das funções cuja variabilidade real impactou sobre as funções à jusante; isto se dá numa instanciação (o acidente com o tombamento do guindaste) do modelo obtido anteriormente.

Graças ao relatório de investigação elaborado sabe-se, em retrospectiva, que a operação de movimentação de carga, objetivo da manobra do guindaste, de fato jamais foi concretizada.

Então para a próxima etapa do método FRAM podemos nos concentrar em detalhar somente as funções que, nesta instanciação, efetivamente tiveram alguma variabilidade atual; e as funções efetivamente realizadas foram todas executadas

antes da função <Movimentando a carga>, as demais podendo ser excluídas do estudo sem prejuízo a modelagem do sistema.

Nesse momento empregamos a solução elaborada, proposta por Hollnagel (2012a) cf. quadro 4.3-9, na qual uma função pode variar em função dos seguintes parâmetros:

a) tempo/duração;
b) força/distância/direção;
c) objeto errado e sequência.

O quadro 4.3-10 exemplifica a aplicação da solução elaborada para a função <Verificando o guindaste e acessórios>.

Quadro 4.3-9: Solução elaborada para a variabilidade do Output. Adaptado de Hollnagel (2012a)

Variabilidade	Descrição/exemplo
Tempo / duração	**Muito cedo**: uma função é completada muito cedo, executada mais rápido que o necessário ou parada antes do que deveria (output prematuro). Muito curta (interrompida antes de estar finalizada). Duração pode ser consequência de fazer algo na velocidade errada: muito rápido.
	Muito tarde: uma função é completada muito tarde, executada com velocidade insuficiente ou continuada além do ponto no qual deveria ter parado (output retardado). Muito longa (continuada mesmo que devesse ter sido parada). Duração pode ser consequência de fazer algo na velocidade errada: muito lento.
	Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido).
Força / Distância / Direção	**Muito fraco** ou **insuficiente** para realizar o efeito desejado (muito pouco).
	Muito forte ou **excessiva** para o efeito desejado. (demais).
	Um movimento é **muito curto** ou **não alcança longe o suficiente** ou é **na direção errada**.
	Um movimento é **muito longo** ou **vai longe demais** ou é **do tipo errado**
Objeto errado	O output é **objeto errado** (uma ferramenta) ou **aponta para objeto errado**. O objeto pode ser um objeto próximo (proximidade), um objeto similar ou um objeto sem relação.
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras: **Omissão**: uma parte da sequência está faltando **Salto**: uma parte da sequência é pulada (em qualquer direção). **Repetição**: uma parte da sequência é repetida quando não deveria ter sido. **Inversão**: duas partes adjacentes de uma sequência trocam de posição. **Parte errada**: uma parte alheia ou irrelevante ocorre na sequência.

A interpretação do quadro 4.3-10 revela que a função <Verificando o guindaste e acessórios> variou em tempo (muito cedo), tendo sido parada antes do que deveria e variou em precisão (omissão), a verificação para confirmar o funcionamento das patolas não tendo sido efetuada.

Quadro 4.3-10: Variabilidade atual da função <Verificando o guindaste e acessórios> - solução elaborada

Nome da FUNÇÃO	Verificando o guindaste e seus acessórios
Variabilidade da função <Verificando o guindaste e acessórios> em termos de:	Descrição/exemplo
Tempo / duração	**Muito cedo: uma função é completada muito cedo, executada mais rápido que o necessário ou parada antes do que deveria (output prematuro).** Na instanciação correspondente ao tombamento, a verificação da abertura das patolas não foi efetuada, mas era parte integrante da verificação do guindaste e acessórios.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, a verificação para confirmar o funcionamento da patola não foi realizada apesar de ser parte integrante da verificação do guindaste e acessórios.

Da mesma forma, as tabelas com a variabilidade das funções *foreground* atuais segundo a solução elaborada encontram-se ao final do trabalho no anexo D.

4.3.3 A agregação da variabilidade – Etapa 3 FRAM

A próxima etapa consiste na verificação das interconexões potenciais entre as funções à montante e à jusante, compiladas no anexo E. A variabilidade do *Output* de uma função, por exemplo <Preparando o içamento> cf. quadro 4.3-11, pode variar segundo esta se combina com uma função à jusante, atenuando-a ou amplificando-a, sob a forma de um dos cinco outros aspectos, Precondição, Recurso, Controle, Tempo ou *Input*.

O método prossegue então com a identificação das variabilidades do Output à montante, segundo os cinco descritores, e os possíveis efeitos à jusante no caso de uma instanciação do modelo.

Para a função <Patolamento>, na instanciação do modelo, temos variabilidades em Tempo e Precisão face ao seu *Output* sobre as funções à jusante ser conectado por ex. como uma Precondição. (cf. quadro 4.3-12). Percebe-se que a função <Patolamento> varia em termos de tempo, a omissão de sua ocorrência gera possivelmente uma perda de tempo e, em termos de precisão, é imprecisa levando a um possível mal entendido. De fato, o operador assumiu que as patolas se encontravam abertas quando iniciou a manobra. Ambas as variabilidades [V] em termos de tempo e precisão do Output da função <Patolamento> tendem a incrementar esses efeitos indesejados sobre as funções à jusante.

Quadro 4.3-11: Variabilidade do Output à montante da função <Preparando o içamento> em termos de Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e possíveis efeitos sobre funções à jusante

Nome da FUNÇÃO	**Preparando o içamento**

Variabilidade do Output à montante para P		**Possíveis efeitos sobre funções à jusante**
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		**Possíveis efeitos sobre funções à jusante**
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		**Possíveis efeitos sobre funções à jusante**
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		**Possíveis efeitos sobre funções à jusante**
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		**Possíveis efeitos sobre funções à jusante**
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Os quadros com as variabilidades de cada função e seus possíveis efeitos sobre as funções à jusante na instanciação do modelo encontram-se no anexo F.

A etapa pode então ser concluída com a elaboração de uma última tabela na qual se especifica diretamente com qual função (por ex. <Movimentando a carga>) o *Output* da função à montante (por ex. <Patolamento>) se conecta, e de que forma, e ainda qual é a sua variabilidade em termos de Tempo e Precisão (cf. quadro 4.3-13).

Quadro 4.3-12: Variabilidade do Output à montante da função <Patolamento> em termos de Precondições e possíveis efeitos sobre funções à jusante em uma instanciação do modelo

Nome da FUNÇÃO	**Patolamento**

Variabilidade do Output à montante para P-INST		**Possíveis efeitos sobre funções à jusante**	[V]
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada	
	No prazo	Possível amortecimento	
	Muito tarde	Possível perda de tempo	
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**	
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**	
	Aceitável	Nenhuma mudança	
	Preciso	Possível amortecimento	

A interpretação do quadro 4.3-13 revela que a função <Patolamento> pode sob certas condições ser interconectada como *Input* a função <Movimentando a carga> e variar em termos de tempo, a função não tendo sido realizada (omissão) ou severamente atrasada (somente o quinto estabilizador dianteiro estava ativado) e em termos de precisão, ocorrendo um mal entendido de imaginar que as patolas estavam todas abertas quando somente um dos lados estava estabilizado.

Nesta momento a modelagem do sistema cognitivo conjunto “operando um guindaste” foi concluída e o evento que resultou em seu tombamento pode ser compreendido por meio das interconexões fortes entre a função <Patolamento> e a função <Movimentando a carga>, entre as funções <Supervisionando> e <Sinalizando> com a função <Movimentando a carga> e finalmente entre a função <Operações do LMI> e a função <Movimentando a carga>. As interconexões entre as funções à montante e as funções à jusante evidenciadas pela instanciação do modelo estão detalhadas no anexo G.

O método FRAM permite compreender como as consequências da variabilidade podem repercutir através do sistema, e em particular como podem afetar as funções à jusante.

No evento do tombamento presumiu-se que as funções tecnológicas estavam atuando de acordo com o esperado, tendo em vista que os planos de manutenção preventiva e corretiva estavam em dia, assim como as inspeções de equipamentos rotineiras, que ocorriam conforme planejado.

As funções humanas podem de fato ter sofrido alguma variabilidade em função do trabalho ser executado em turnos e também em razão do tempo de permanência do operador de guindaste na atividade que, se prolongado em excesso poderia afetar o seu ciclo circadiano. Uma eventual situação de pressão da produção quanto a um ritmo de execução mais acelerado das manobras poderia ser

típica neste caso, mas foi descartada neste episódio por não corresponder ao relato do acidente.

Quadro 4.3-13: : Interconexão entre o Output à montante da função <Patolamento> sobre Precondição à jusante da função <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Patolamento**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Patolamento	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Omissão. Função não realizada ou severamente atrasada.** A função patolamento deve necessariamente ocorrer antes da movimentação da carga; é um caso de omissão, pois pode-se entender que esta não foi realizada ou está severamente atrasada tendo em vista que uma das laterais se encontrava com as patolas abertas. **Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.** O mal entendido nesse caso foi pensar que o guindaste estava de fato patolado, quando somente um dos lados possuía os estabilizadores abertos.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

As funções organizacionais, estas com grande probabilidade influenciaram em muito no desenlace da situação.

Um operador júnior ou até mesmo um operador mais experiente não tem tempo durante sua operação para percorrer e compreender o conteúdo de um manual de operações, no máximo ele efetua o preenchimento de uma lista de verificação. Quando muito este operador foi treinado no mesmo equipamento; o que ocorre de fato é que o operador tem que perceber as sutilezas da situação. E isto ocorre diariamente, o operador se adaptando às condições que encontra durante as manobras rotineiras do dia a dia.

O termo ETTO (Hollnagel, 2009) foi cunhado para explicar como se realizam esses compromissos em eficiência e precisão. As heurísticas empregadas pelo operador o impedem de conscientemente ir buscar as informações dentro de manual, é adaptação à variabilidade do dia a dia de forma continuada.

A análise da função chave <Patolamento> demonstra de maneira inequívoca que o sistema necessita de um meio para impedir o operador de movimentar a lança do guindaste, seja girando-a, levantando-a ou abrindo-a; tal responsabilidade não pode recair unicamente sobre o operador. O sistema tal como foi concebido é intolerante a falhas e a instanciação do modelo mostrou que este operou em malha

aberta, nenhuma função de Controle conseguindo intervir sobre a realização da atividade. Um grande número de variabilidades na função <Patolamento> ocorriam em paralelo e impediram o operador de perceber que necessitava de ajuda.

Em um primeiro momento, durante a primeira instanciação do modelo exibida na fig. 4.3-6, destacamos em azul escuro parte das funções *foreground* diretamente envolvidas no momento do acidente com o tombamento do guindaste e em azul claro, as funções *foreground* periféricas ao evento.

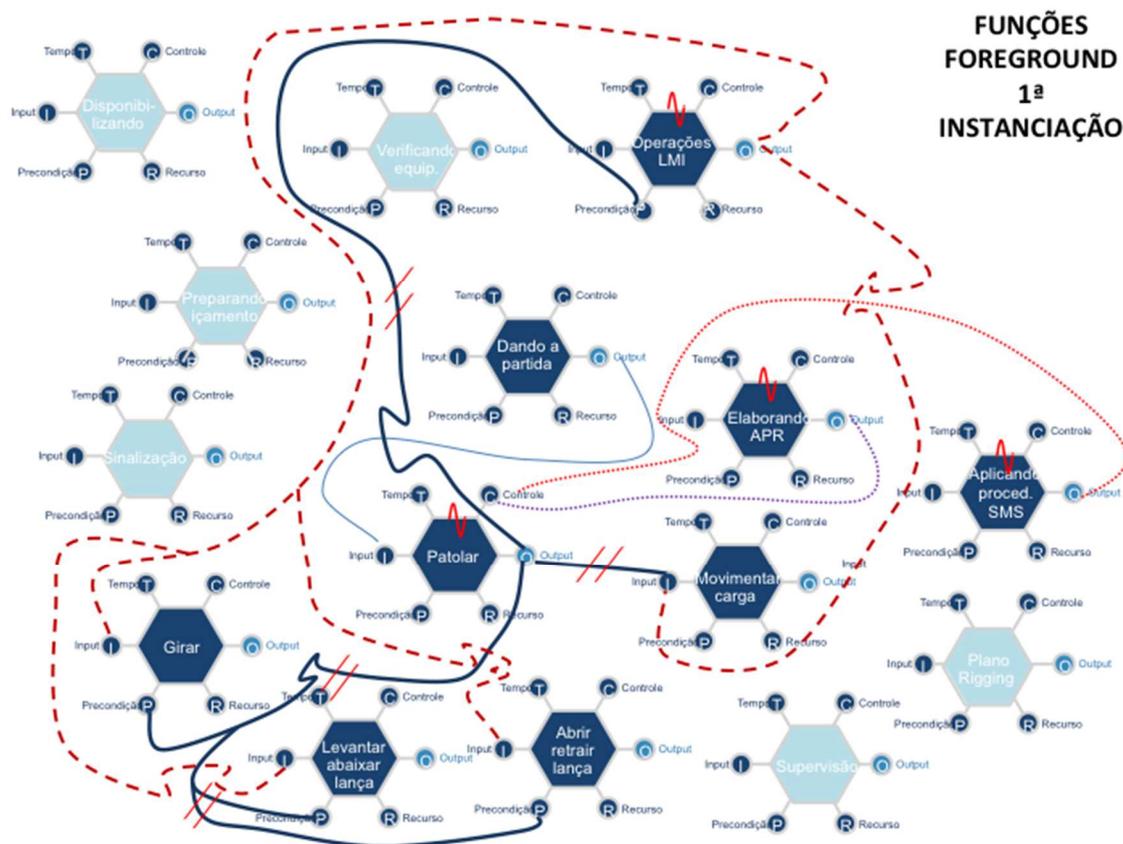



Figura 4.3-6: Primeira instanciação do modelo com funções foreground

As linhas pontilhadas evidenciam interconexões que tiveram uma variabilidade devido à função <Patolamento> não ter sido concluída adequadamente. As linhas cheias cortadas por dois traços paralelos evidenciam funções que de fato não ocorreram. As funções com o desenho de uma senoidal indicam funções para as quais estamos considerando uma variabilidade de seu *Output*. Assim as funções <Elaborando a APR> e <Aplicando procedimentos de SMS> não tiveram a atribuição de controle efetiva sobre a função <Patolamento>, i.e. estas funções não detectaram a ausência de patolamento em um dos lados do guindaste. As <Operações elementares> do guindaste (i.e. girar, levantar/abaixar,

abrir/recolher) e a inserção de dados no LMI não puderam contar com a função <Patolamento> que era precondição. A variabilidade resultante do *Output* da função <Operações do LMI> impactou diretamente sobre as <Operações elementares> e por conseguinte no desfecho mal sucedido da movimentação de carga.

Toda a parte da comunicação visual/sonora, tanto do operador com a equipe de apoio quanto com a supervisão fizeram falta no momento da manobra; funções estas de Controle que não apareceram na investigação de árvore de eventos anteriormente citada tomando-se como base o modelo linear de causa e efeito. Neste caso podemos, em uma segunda instanciação do modelo, modelar a função <Comunicação> como recebendo *Inputs* das funções <Supervisão> e <Sinalizando>.

Como estas funções não ocorreram houve variabilidade no *Output* da função <Comunicação> que não atuou como Controle de forma a bloquear a função <Operações elementares>. Da mesma forma não ocorrendo de fato a função <Patolamento> adequada, a função <Operações do LMI> que poderia auxiliar o operador nas <Operações elementares> foi imprecisa, cf. figura 4.3-7.

Na interface do sistema lógico LMI instalado no guindaste, a abertura das patolas não possui uma posição de destaque; e se de fato a abertura dos estabilizadores é mandatória, o projeto tem neste ponto um erro de concepção. Complementarmente no painel de controle existe uma tecla luminosa para o acionamento ou retração das patolas que se encontra perdida no meio do conjunto de teclas existentes para acionamento de outras funções (cf. fig. 4.2-5 e fig. 4.2-6). O tipo de alerta que o sistema fornece perante situações de momento máximo ultrapassado e outras situações críticas são limitadas a alarmes sonoros que mais confundem do que informam; e a possibilidade do operador pular ("*by-passar*") esta configuração de segurança provavelmente ocorre com frequência em decorrência de alarmes falsos que não produzem efetivamente consequências indesejadas.

A informação crucial de estabilizadores abertos ou retraídos não deveria estar limitada somente a uma automação descrita nos manuais do dispositivo LMI, cf. anexo H e do equipamento XCMG QY 50K. Como saber qual é a percepção do operador em face da posição de abertura ou não das patolas quando do início de uma operação de movimentação de carga? O operador não irá ler um procedimento nesse momento, ele tem que perceber a situação das patolas; caso isto não

aconteça o delineamento do sistema precisaria impedir que o operador procedesse ao início da manobra.

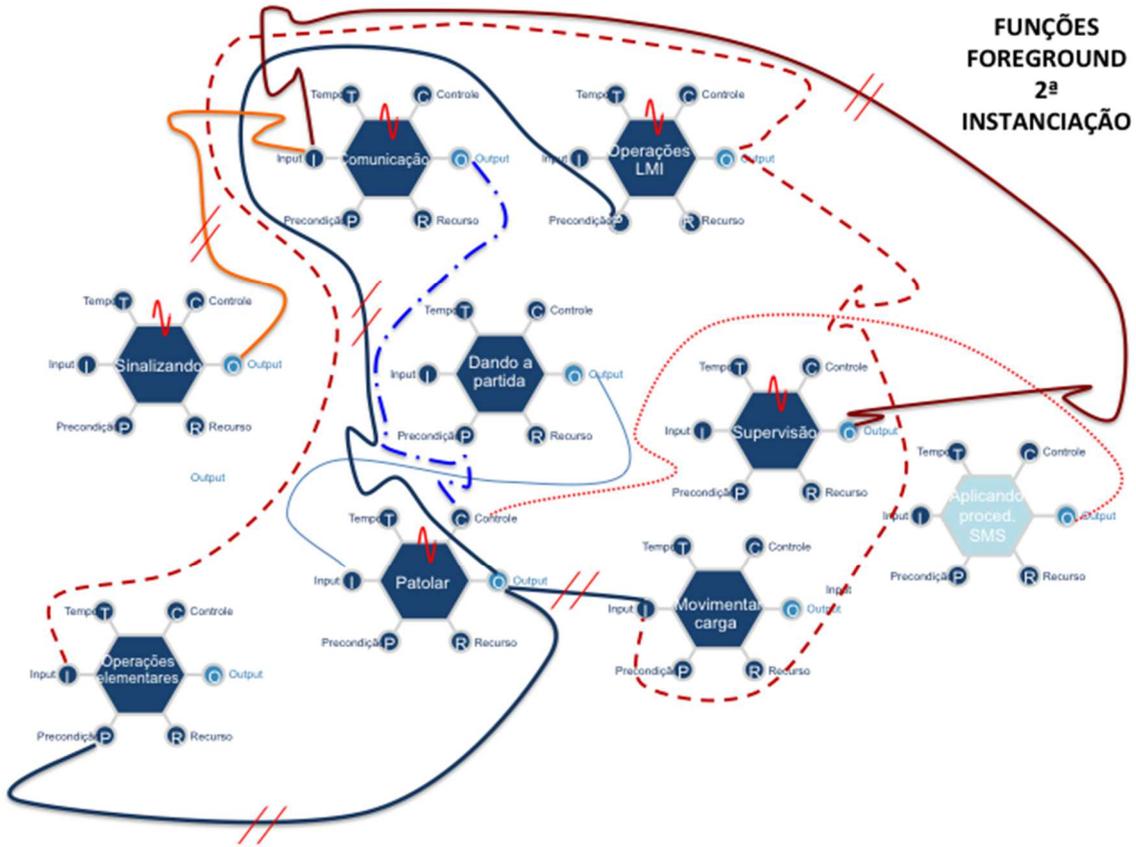



Figura 4.3-7: Segunda instanciação do modelo com funções foreground e algumas background

Várias ressonâncias puderam então ser observadas à partir da instanciação do modelo:

a) um controle da função <Dando a partida> que consiste em certificar-se quanto ao adequadao nivelamento do guindaste não foi atendido;

b) um controle que variou na função <Verificando o guindaste e seus acessórios> , pois se solicitava assegurar o funcionamento da patola e este foi impreciso, visto que uma parte fundamental da sequência foi pulada;

c) uma precondição da função <Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento – LMI> é o patolamento do guindaste, e este não ocorreu adequadamente;

d) uma precondição para a função <operações elementares> é o patolamento do guindaste, e e este não ocorreu adequadamente;
e) um controle impreciso da função <Patolamento> determina que um guindaste não pode em hipótese alguma ser operado sem a abertura das patolas;
f) a função <Movimentando a carga> requer como precondição que o guindaste seja patolado.

Além do simples cruzamento entre aspectos das funções listadas do anexo B a construção do modelo FRAM propicia uma reflexão profunda da dinâmica do processo de movimentação de carga, levando à percepção de detalhes importantes tais como funções inicialmente consideradas como *background* que passam a ser consideradas *foreground*, e interconexões e acoplamentos menos triviais de se perceber por meio dos modelos estáticos mais simples e que são enxergados por meio das demais tabelas integrantes dos anexos F e G. Foi este conjunto de funções em ressonância que levou ao tombamento do gundaste móvel e não somente um “erro”humano cometido inadvertidamente por um operador ao não abrir os estabilizadores.

Ao mesmo tempo, FRAM torna a análise extremamente ligada à adequação do modelo à realidade (ajuste fino), a participação de todos os envolvidos no sistema cognitivo conjunto permite a verificação da adequação da modelagem; a questão da validação do modelo permanecendo em aberto até o presente momento.

4.3.4 Medidas para gerenciar as possíveis condições de ressonância funcional – Etapa 4 FRAM

A última etapa do método FRAM diz respeito colocar em prática medidas para eliminar os riscos, trabalhar na prevenção ou incorporar barreiras, assim como também recomendam os modelos de acidentes lineares / lineares complexos ou ainda propor meios para monitorar e gerenciar a variabilidade e atenuá-la sem tornar o sistema disfuncional como sugerem os métodos não lineares como o FRAM.

Face ao exposto anteriormente e segundo Hollnagel (2004), que propôs uma classificação de diferentes sistemas de barreiras, a saber, físicas ou materiais, funcionais (ativas ou dinâmicas), simbólicas e imateriais podemos propor maneiras

de gerenciar possíveis ocorrências de variabilidade de desempenho descontroladas – ou possíveis condições de ressonância funcional – que foram encontradas nas etapas anteriores.

Segundo Hollnagel (2012a), algumas soluções tradicionalmente empregadas por outros métodos, tais como "[...] a eliminação dos riscos, a introdução de barreiras ou defesas como prevenção, a facilitação por meio do redesenho do sistema visando torná-lo menos complexo e mais difícil de ser utilizado indevidamente e a proteção concentrada nas consequências de um acidente", podem ser utilizadas para tratar das fraquezas apontadas pelo método FRAM. Contudo, FRAM propõe duas soluções adicionais: o monitoramento e a atenuação da variabilidade que desejamos evitar.

De acordo com Hollnagel (2012a), o modelo FRAM do sistema estudado descreve as funções e como estas estão mutuamente acopladas. Um modelo FRAM pode ser utilizado em particular para identificar as condições onde desdobramentos podem potencialmente levar a um aumento da variabilidade, como por ex. pela identificação das interconexões que podem levar a um aumento na variabilidade do desempenho. Um modelo FRAM, desta feita, pode ser utilizado como base para a proposta de indicadores, e consequentemente como base para monitoramento.

No caso em questão podemos conceber indicadores que monitorem, por exemplo, o grau de formação e qualificação dos operadores assim como sua adaptação progressiva a novos equipamentos, ou ainda indicadores que meçam a participação efetiva da Supervisão nas atividades de campo durante as manobras de movimentação de carga.

Segundo Hollnagel (2012a), "a variabilidade deve ser gerenciada, esta deve especificamente ser atenuada quando aparentar que sairá do controle e levará a resultados adversos". Como visto anteriormente, a variabilidade pode ser devida a características internas, condições externas e a acoplamentos montante-jusante. Segundo o autor, esta última é a mais volátil por estar sujeita às condições vigentes, que constantemente se alteram e à variabilidade a ela associada e pode ser atenuada por meio da redução da variabilidade do *Output* das funções à montante.

No caso em questão, a ausência da função <Patolamento> pode ser atenuada empregando-se desde um recurso mais simples como por exemplo uma informação escrita no painel de operação do equipamento, passando pela guarda da chave do equipamento com a Supervisão de movimentação de carga, até em última instância,

a modificação do projeto do equipamento para que este seja mais tolerante a erros, isto é, ou não permita o prosseguimento da manobra sem a extensão dos estabilizadores ou forneça pistas sobre o que está inadequado na manobra.

4.4 PRINCÍPIO ETTO – COMPROMISSO EFICIÊNCIA PRECISÃO APLICADO AO INCIDENTE ENVOLVENDO GUINDASTE MÓVEL

As pessoas negligenciam de verificar algo, presumidamente porque acreditam que não seja necessário. De fato segundo Hollnagel (2009), porque quase sempre existe pouco tempo disponível e muita informação relacionada ao que necessita ser feito, é inevitável que o que se realizará será um compromisso entre o que se deva fazer de modo a não ser deixado para trás, e o que se deveria fazer de modo a evitar riscos desnecessários; isto foi descrito como o princípio ETTO – compromisso eficiência versus precisão.

> [...] em suas atividades diárias, no trabalho ou no lazer, as pessoas costumeiramente fazem uma escolha entre ser eficiente e ser minucioso, visto que raramente é possível ser ambos ao mesmo tempo. Se as exigências de produtividade ou desempenho forem altas, o rigor é reduzido até que os objetivos de produtividade sejam atendidos. Se as exigências de segurança são elevadas, a eficiência é reduzida até que os objetivos de segurança sejam cumpridos. (HOLLNAGEL, 2009)

O desempenho humano deve sempre satisfazer critérios múltiplos, variáveis, e muitas vezes conflitantes. Os humanos geralmente são capazes de lidar com essa complexidade imposta porque eles podem ajustar o que eles fazem e como eles o fazem para combinar com as condições em vigor. (HOLLNAGEL, 2002, 2004)

Segundo Hollnagel (2004), "os benefícios de fazer atalhos são óbvios: eles poupam tempo e esforço". Em vez de verificar todas as condições possíveis ou pré-requisitos de uma ação, os esforços podem ser poupados para verificar as condições que são conhecidas por variar entre situações ou condições que são vistas como sendo mais importantes. Isto pode ser interpretado como uma ênfase em ser eficiente em seu próprio trabalho sem estar necessariamente preocupado com o que for insignificante e esteja acontecendo ao redor.

Segundo Hollnagel (2009), o princípio "ETTO é característico de pessoas, porque estas são seres flexíveis e inteligentes e, portanto também são características de organizações e sistemas sociotécnicos". Como consequência a

operação do sistema cognitivo conjunto operador-guindaste ou do sistema sociotécnico complexo da movimentação de carga com guindaste tem que levar em conta o princípio ETTO e não se concentrar somente na busca de falhas humanas.

De acordo com Hollnagel (2004), “[...] desempenho normal não é aquele que é prescrito por regras e legislações, mas é aquele que ocorre como resultado dos ajustes”. Isto significa que a razão pela qual um operador por vezes pode falhar se deve mais a variabilidade do contexto e das condições do entorno do que devido à variabilidade de suas ações, pois esta é a razão da ocorrência tanto de sucessos tanto quanto de falhas, embora jamais seja a causa de falhas.

Na relação das regras típicas ETTO descritas por Hollnagel (2004, 2009), podem-se elencar algumas que combinam como a abordagem do operador quando do início da manobra de movimentação do guindaste:

a) "Parece bom" - por isso não há necessidade de fazer qualquer coisa, o que significa que uma ação ou um esforço pode seguramente ser ignorado. Pode-se supor que o operador possa ter pensado desta forma;
b) "Normalmente está OK, não há necessidade de verificar" - pode parecer suspeito, mas não se preocupe, sempre funciona fora no final. Uma variação deste é “Eu / Nós já fizemos isso milhões de vezes antes” - assim confie em mim / nós para fazer a coisa certa. Da mesma forma pode-se supor que essa conjectura tenha ocorrido, mesmo que inconscientemente;
c) "Será verificado mais tarde por outra pessoa” - para que possa pular este teste agora e poupar algum tempo. Essa pode ter sido a postura do operador no final do turno anterior;
d) "Isso já foi verificado anteriormente por outra pessoa” - para que possa saltar este teste agora e poupar algum tempo. A combinação desta regra e a anterior são claramente prejudiciais, uma vez que abrem um caminho para o fracasso. Isso acontece de vez em quando, geralmente, porque pessoas diferentes estão envolvidas em diferentes momentos. No caso do evento do tombamento do guindaste este par de heurísticas combina perfeitamente com essas regras ETTO;

e) "Isto normalmente funciona" (ou já funcionou antes) - por isso, provavelmente, também funcionará agora. Isso elimina o esforço necessário para considerar a situação em detalhes, a fim de descobrir o que fazer. Uma situação aparentemente rotineira e trivial pode levar um operador a se basear em um cenário realizado repetidamente com sucesso.

Observado por este ângulo, o acidente com o guindaste pode ser interpretado como um conjunto de compromissos (*trade-offs*) que criaram as condições para o resultado indesejado. Em um modelo sistêmico de acidentes, isto pode ser descrito como sendo a confluência de um conjunto de funções onde as condições normais foram violadas, no sentido que as pré-condições e controles para as ações foram ignorados. Isto criou conexões que não haviam sido previstas quando os procedimentos para a operação de guindastes foram escritos.

Olhando com mais detalhe a função <Patolamento> evidenciamos à partir dos dados da solução elaborada (cf. tabela 8.4-32) que houve variabilidade em termos de sequência, caracterizada por uma omissão onde parte de uma sequência está faltando. O Operador assumiu que as patolas estavam abertas, talvez em virtude do ângulo de visão ou até mesmo em função da ausência de iluminação natural no local. Contudo, a tabela 8.6-10 correspondendo a instanciação do modelo deixa claro que a variabilidade do *Output* da função <Patolamento> à montante em termos de Tempo (Omissão) e Precisão (Imprecisão) tinham como efeito sobre as funções à jusante um aumento da variabilidade caracterizada por atrasos, execuções incorretas, improvisações e perda de tempo e funcionamento inadequado, trade-offs em precisão e exatidão e perda de precisão.

Como visto na tabela 8.7-22, o *Output* da função <Patolamento> podia sob certas condições ser interconectado com diversas outras funções: com a função <Movimentando a carga> como um *Input omitido e impreciso*; com <Levantando e abaixando a lança>, <Abrindo ou fechando a lança> e <Girando a mesa> como uma Precondição omissa e imprecisa em termos operacionais e com as funções <Supervisão> e <Sinalizando> em termos de Controle não realizados que geraram mal entendidos. O princípio ETTO é recorrente nesta análise ao longo do escrutínio das diferentes tabelas que compoem a instanciação do modelo no tombamento do guindaste. Como argumenta Dekker (2006), “somente encontrar e ressaltar os erros

das pessoas nada explica. Dizer o que as pessoas não fizeram, ou o que elas deveriam ter feito não explica porque elas fizeram o que fizeram". Devemos, ainda de acordo com Dekker (2006), "tentar compreender por que o que as pessoas fizeram fazia sentido para elas naquele momento".

Segundo Moray (1981), falhas em detectar ou diagnosticar uma situação anormal em um sistema humano-máquina multivariado e altamente conectado podem ocorrer por vários motivos. Pode ser que a variável relevante não esteja exibida. Pode ser que relação sinal/ruído de um sinal crucial seja muito baixa para permitir que o sinal seja adequadamente percebido. Pode ser que a expectativa de um operador humano leve a uma má interpretação da informação. Pode ser que o humano ignore informação que está disponível e demonstre uma visão cognitiva em túnel, concentrando-se em algumas variáveis em detrimento de outras. Ou pode ser que o operador humano seja assoberbado por muita informação. A variável patolamento estava exibida no *display* do LMI, porém se o sinal confirmando a extensão das patolas era crucial como a investigação revelou, a relação sinal/ruído não poderia ser tão baixa que impedisse a sua detecção. O operador pode de fato ter ignorado a variável do patolamento em função de outras, demonstrando uma visão cognitiva em túnel, processo explicado detalhadamente por Dekker (2006), mas o que fica como conclusão é que o sistema era um ambiente de trabalho inclemente segundo termo cunhado por Rasmussen (1982) e Leplat e Rasmussen (1982), "um ambiente de trabalho é então definido pelo fato que não é possível para um humano observar e reverter os efeitos de variações inapropriadas de desempenho antes que estas levem a consequências inaceitáveis".

Segundo Hollnagel (1988), uma das características de um sistema inteligente de suporte a decisão – *Intelligent Decision Support System* (IDSS) é sua capacidade de se comunicar. Contudo, para poder se comunicar o sistema deve ser capaz de se referir e fazer uso de uma representação do outro sistema (o receptor). Isto é necessário de forma a compreender e resolver *inputs* ambíguos, para selecionar e gerar informação que seja apropriada a situação corrente e de modo a apresentá-la de uma maneira que seja de fácil entendimento. Em particular, o sistema deve saber que objetivos o operador está perseguindo atualmente e que estratégias estão sendo aplicadas.

Pois de acordo com Rasmussen (1981), “já foi há muito reconhecido que a identificação incorreta dos operadores dos estados anormais do sistema tem um papel significativo nas rupturas maiores de sistemas”.

Existe a necessidade de projetar interfaces humanos-sistemas e computador-controle que sejam efetivas para os operadores no suporte à identificação dos estados atuais operativos do sistema. A adequação das interfaces gráficas dos computadores de bordo dos equipamento fabricados por grandes empresas às necessidades reais dos operadores é de fundamental importância a luz dos desdobramentos observados no sistema de movimentação de carga devido à leitura ambígua dos indicadores críticos disponíveis no display dos dispositivos eletrônicos. Existem no mercado dispositivos eletrônicos que podem ser instalados em guindastes para auxiliar melhor o operador na observação da configuração dos estabilizadores e na tomada de decisão mais adequada cf. figura 4.4-1.

Figura 4.4-1: Dispositivo com visor para controle dos estabilizadores

FRAM contudo, ainda encontra ressalvas entre um dos maiores especialistas em análise de acidentes, desenvolvedor da analogia do queijo Suíço (REASON, 1990, 1997, 2008) afirma que Hollnagel, “[…] oferece a ressonância estocástica como um modelo sistêmico para acidentes e um guia para a sua prevenção. Eu não posso fazer justiça a ele aqui – em grande parte porque eu não entendi completamente isso, mas a culpa é minha”. Os especialistas parecem se contentar com as respostas obtidas pelos métodos tradicionais; a adoção de FRAM ainda sendo difícil.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou cinco objetivos no primeiro capítulo, um geral e quatro específicos, voltados para verificar a aplicabilidade ao segmento construção e montagem eletromecânica da Engenharia de Resiliência como abordagem e o método de análise de ressonância funcional - FRAM no intuito de contribuir para melhoria do aprendizado organizacional por meio da atualização dos processos de análise de acidentes.

Ao longo do trabalho buscou-se atender ao objetivo geral de demonstrar a possibilidade de aplicação dos conceitos da Engenharia de Resiliência e as vantagens de modelos sistêmicos do qual o método da Análise da Ressonância Funcional – FRAM é representante na análise de acidentes no âmbito da montagem industrial.

Sem descartar os modelos tradicionais, que procuram identificar a causa raiz de um evento indesejado e em sua grande maioria ainda podem ser utilizados de maneira satisfatória na análise e investigação da maior parte dos acidentes que ocorrem neste segmento, procurou-se propor uma nova abordagem que busca evidenciar a variabilidade do desempenho e as interconexões entre funções de um modelo que de tempos em tempos podem se combinar de maneira descontrolada e levar a consequências indesejáveis.

Tendo em vista o que foi apresentado ao longo deste trabalho concluímos que conceitos da Engenharia de Resiliência e as vantagens do método sistêmico FRAM podem de fato ser aplicados na modelagem de sistemas sociotécnicos complexos como a construção e montagem eletromecânica assim como na análise e investigação de acidentes.

Quanto aos objetivos específicos identificamos os conceitos da Engenharia de Resiliência assim como as premissas do método FRAM, desenvolvido para a modelagem de sistemas sociotécnicos complexos, e que leva em conta a variabilidade de desempenho na análise de acidentes no âmbito da construção e montagem industrial. Pudemos apontar diferenças entre as recomendações geradas pelos métodos de análise de acidentes lineares e os métodos sistêmicos (dinâmicos) por meio do estudo de caso do tombamento de um guindaste móvel em um canteiro de obras. As limitações dos métodos lineares, tradicionalmente empregados pelas empresas de construção e montagem industrial a fim de realizar as suas

investigações e análises de acidentes, buscam quase que exclusivamente o erro humano como resposta aos desvios ocorridos e se contentam com uma causa raiz “encontrada” como explicação satisfatória para a ocorrência de um acidente. O método FRAM quanto a ele se propõe a evidenciar a variabilidade de desempenho do Output de funções essenciais do sistema e suas interconexões com funções dependentes à jusante sob a forma de uma ressonância funcional. Aplicamos o método FRAM na análise do acidente de um tombamento de guindaste móvel, recorrente na indústria da construção.

Uma vez que o modelo FRAM é uma representação das funções que são necessárias para que tudo - ou o desempenho "cotidiano" - suceda, é essencial que a equipe de análise saiba - ou possa descobrir - como o sistema funciona normalmente. Uma das dificuldades na utilização deste novo método reside no fato que temos que ter acesso a especialistas do assunto, de preferência pessoas com uma experiência de trabalho significativa para poder contribuir com a modelagem do sistema. Se possível, estes especialistas devem fazer parte da equipe de análise ou pelo menos ter livre acesso a eles.

Outra limitação ao emprego de FRAM é que para avaliar a variabilidade potencial e atual das funções, é importante possuir conhecimentos sobre fatores humanos em geral, e em particular de métodos de segunda geração que procuram identificar os fatores organizacionais, humanos e técnicos que afetam o desempenho humano considerando aspectos de tomada de decisão / cognição humana (por exemplo Atheana, Mermos/EDF, CAHR, Slim-Maud) e que levam em conta o contexto do local de trabalho sem a necessidade de se “encontrar” uma causa raiz.

Adicionalmente são fundamentais conhecimentos sobre sistemas sociotécnicos, quanto as tecnologias específicas que estão envolvidas assim como avaliação de risco em geral.

Para uma análise retrospectiva é obviamente também importante ter o máximo de informação disponível sobre o que aconteceu, preferencialmente à partir de dados brutos ao invés de originados de um relatório de investigação de acidentes, uma vez que um relatório de investigação representa necessariamente um filtro específico ou uma perspectiva do investigador.

“Como diminuir a ocorrência cada vez mais comum de acidentes industriais envolvendo guindastes móveis em canteiros de construção que provocam lesões com afastamento, fatalidades, além de gastos elevados para as empresas e

previdência”? Esta indagação pôde ser aprofundada por meio da pesquisa bibliográfica e do levantamento das estatísticas dos tipos de acidentes que ocorreram pelo mundo envolvendo guindastes móveis. A partir deste ponto, com o auxílio da modelagem do sistema por funções, pudemos entender os mecanismos de interação subjacentes a uma movimentação de carga, identificando as variabilidades potenciais existentes, mesmo quando não ocorre nenhum acidente.

O esforço foi dedicado à verificação da adequação do método FRAM na análise e investigação de acidentes envolvendo guindastes móveis nos canteiros de obra visando favorecer uma reflexão mais ampla sobre a limitação dos métodos empregados atualmente tanto nacional quanto internacionalmente. Complementarmente o intuito foi propor mudanças e ajustes locais necessários aos processos de movimentação de carga, sugerindo recomendações que produzissem reflexões e, consequentemente, transformações efetivas do trabalho além das tradicionais medidas de bloqueio.

“Porque não são empregados atualmente métodos para se investigar acidentes que favoreçam a reflexão e o aprendizado organizacional”? Um novo método requer tempo e aprimoramentos contínuos fruto das observações de usuários e das dificuldades encontradas quando de sua aplicação.

O que existe de novo na literatura ou nos trabalhos de pesquisadores da área voltado a entender e evitar a repetição destes fenômenos que facilitam acidentes em sistemas sociotécnicos complexos? Assim como o método STAMP, igualmente concebido para sistemas sociotécnicos complexos, o método FRAM é inovador no sentido que foge ao senso comum da busca de culpados e explicações fabricadas.

Descobriu-se durante a análise FRAM deste trabalho que algumas funções inicialmente elencadas como sendo de segundo plano eram na verdade funções de primeiro plano (Supervisionando e Sinalizando) com variabilidade de *outputs* que se propagavam através de todo o sistema. A modelagem permitiu evidenciar que a variabilidade de certas funções em termos de tempo e precisão podia mais à jusante desencadear efeitos indesejados, em particular a função Patolamento que possuía interconexões que inicialmente não podiam ser evidenciadas pelos métodos de análise convencionais.

Uma futura linha de pesquisa pode estar direcionada à verificação e validação do modelo de sistema de movimentação de carga proposto neste trabalho. Para tal

poderia-se desenvolver um sistema computacional para auxiliar no estudo e na otimização do modelo.

Outra possibilidade refere-se ao emprego de FRAM como método voltado para a análise de risco, prospectiva; tendo em vista que a grande maioria dos trabalhos disponíveis atualmente sobre FRAM versa sobre análises retrospectivas após incidentes.

Nosso entendimento decorrente do trabalho aqui apresentado é que podemos empregar tanto os modelos lineares, para acidentes simples, quanto os modelos mais recentes desenvolvidos para sistemas complexos, para o caso da análise de certo tipo de acidentes, que encontram obstáculos e limitações que somente podem ser contornadas mediante o uso de sistemas não lineares. Essa co-existência é salutar tendo em vista a complementaridade das observações decorrentes dos diferentes métodos de análise.

O tempo se encarregará de dizer se esta aposta de emprego do método FRAM que hoje parece promissora, tendo em vista os trabalhos existentes voltados para áreas da aviação, ferrovias e nuclear, prosperará no setor de montagem industrial.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14280 Cadastro de acidente de trabalho** – procedimento e classificação. 2001.

ALMEIDA, I.M. Análise de barreiras e o modelo de ressonância funcional de acidentes de Erik Hollnagel. **Rev. bras. Saúde ocup**. São Paulo, v. 33 (118), 2008. p. 17-31.

ANEZIRIS, O.N., et al. Towards risk assessment for crane activities. **Safety Science**. v. 46. p.872-884. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE ENGENHARIA INDUSTRIAL. **Números Setoriais**. **2010**. Disponível em: <http://www.abemi.org.br/index.asp?open=estaticas/numerosSetoriais.html>. Acesso em: 23 maio, 2010.

BEAVERS, M., et al. Crane-Related Fatalities in the Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and Management**. Sep, p. 901-910. 2006.

BEHM, M. Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. **Safety Science.** v. 43. p. 589-611. 2005.

BELMONTE, F., et al. Interdisciplinary safety analysis of complex socio-technological systems based on the functional resonance accident model: An application to railway traffic supervision. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 96, p. 237–249. 2011.

BHATTACHARJEE, S.; GHOSH, S.; YOUNG-CORBETT, D. Safety improvement approaches in construction industry: a review and future directions. In: 47TH ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE. **Proceedings**... Omaha, 2011.

BRANFORD, K. Seeing the big picture of mishaps: applying the AcciMap approach to analyze system accidents. **Aviation Psychology and Applied Human Factors**. v. 1, n. 1, p. 31-37. 2011.

BUREAU OF LABOR STATISTICS – BLS. **Crane-Related Occupational Fatalities**: Fact Sheet. Jul, 2008a. Disponível em: < http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/osh_crane_2006.pdf>. Acesso em 05 jan. 2012.

______. Census of Fatal Occupational Injuries: all worker profile, 1992-2002. Jan, 2008b. Disponível em **<**http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cftb0186.pdf>. Acesso em19 nov. 2011.

______. Census of Fatal Occupational Injuries: all worker profile, 2003-2010. Jan, 2011. Disponível em: < http://www.bls.gov/iif/oshcfoi1.htm/#2009>. Acesso em 19 nov. 2011.

CARVALHO, P.V.R. The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a mid-air collision to understand some characteristics of the air traffic management system resilience. **Reliability Engineering and System Safety**. v. 96, 2011. p. 1482–1498

CHECKLAND, P. **Systems thinking, systems practice**: includes a 30-year retrospective. Wiley: Hoboken, 1999. 330 p.

COSTELLA, M.F.; CREMONINI, R.A.; GUIMARÃES, L.B. **Análise dos acidentes do trabalho ocorridos na atividade de construção civil no Rio Grande do Sul em 1996 e 1997**. 1998. Disponível em: <www.producao.ufrgs.br/arquivos/arquivos/Art372_98.PDF>. Acesso em: 18 fev. 2010, às 19:55.

COSTELLA, M.; SAURIN, T.A.; GUIMARÃES, L.B.M. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. **Safety Science** v. 47 (8), 2009. p.1056–1067.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Tradução Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296 p.

DEKKER, S. **The field guide to understanding human error.** Ashgate, Burlington, 2006. 236 p.

______. **Drift into failure**: from hunting broken components to understand complex systems. Surrey: Ashgate, 2011. 220 p.

DIEN, Y.; DÉCHY, N.; GULLAUME, E. Accident investigation: from searching direct causes to finding in-depth causes – problems of analysis or/and of analyst? **Safety Science**. v. 50, 2012. p. 1398-1407.

ERICSSON, C.A.II. **Hazard analysis techniques for system safety**. Wiley, Hoboken. 2005. 499 p.

FERNANDES, P.S.T. **Montagens industriais**: planejamento, execução e controle. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Artliber, 2009. 372 p.

GAMBATESE, J.; BEHM, M.; HINZE, J. “Viability of Designing for Construction Worker Safety”. **Journal of Construction Engineering and Management**. Sep. 2005. p. 1029-1036.

GAMBATESE, J.; HINZE, J.; HAAS, C. “Tool to Design for Construction Worker Safety”. **Journal of Architectural Engineering**, Mar. 1997. p. 32-41.

GIL, A.C. **Estudo de caso**: fundamentação científica, subsídios para coleta e análise de dados, como redigir um relatório. São Paulo: Atlas, 2009. 148 p.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. **Analyse de profession: opérateur / opératrice d'appareils de levage**. 2001a. Disponível em: <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs57528>. Acesso em: 23 nov. 2011.

______. **Série d' analyses de professions: opérateur/opératrice de grue automotrice**. 2009. Disponível em: <*http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/rhdcc-hrsdc/HS42-1-33-2009-fra.pdf*>. Acesso em: 23 nov. 2011.

GROENEWEG, J. **Controlling the controllable**: preventing business upsets. 5th ed. Global Safety Group, Den Haag, 2002. 529 p.

HAKKINEN, K. Crane accidents and their prevention. **Journal of Occupational Accidents**. v. 1, n. 4, p. 353-361, 1978.

______. Crane accidents and their prevention revisited. **Safety Science**. v. 16 p.267-277, 1993.

HARDY, K. **Contribution à l'étude d'un modèle d'accident systémique.** Le cas du modèle STAMP : application et pistes d'amélioration**.** 2010. 212 f. Doctoral Thesis - Spécialité Sciences et Génie des Activités à Risques, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris, 2010.

HEINRICH, H.W. **Industrial accident prevention**: a scientific approach. 4th ed. McGraw-Hill, New York, 1959. 480 p.

HERRERA, I.A.; WOLTJER, R. Comparing a multi-linear (STEP) and systemic (FRAM) method for accident analysis. **Reliability Engineering and System Safety**. v. 95. p. 1269-1275. 2010.

HINZE**,** J. Construction Safety in the 21st Century. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IN THE 21ST CENTURY (CITC-III), 3rd, 2005, Athens. **Proceedings...** Athens: CITC, 2005. vi, p. 8-12.

HINZE, J.W.; TEIZER, J. Visibility-related fatalities related to construction equipment. **Safety Science.** v. 49, 2011. p. 709–718.

HOLLNAGEL, E. Plan recognition in modeling of users. **Reliability Engineering and System Safety**. v. 22, 1988. p. 129-136.

______. Understanding Accidents - From Root Causes to Performance Variability. **IEEE 7th Human Factors Meeting.** Scottsdale, Arizona. 2002.

______. **Barriers and accident prevention.** Ashgate, Burlington, 2004. 226 p.

______. **Designing for joint cognitive systems**. In: IEE AND MOD HFI DTC SYMPOSIUM ON PEOPLE AND SYSTEMS - Who are we designing for? London, UK, 2005. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=1575291&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D1575291>. Acesso em: 10 maio, 2010.

______. Resilience – The challenge of the unstable. In: Hollnagel, E.; Woods, D. D.; Leveson, N. (Eds.). **Resilience engineering**: concepts and precepts. Aldershot: Ashgate, 2006. p. 9-17.

______. Resilience engineering in a nutshell. In: Hollnagel, E.; Nemeth, C. P.; Dekker, S. (Eds.) **Resilience engineering perspectives, volume 1**: remaining sensitive to the possibility of failure. Ashgate: Burlington, 2008a. p. xi-xiv.

______. Safety management: looking back or looking forward. In: Hollnagel, E.; Nemeth, C. P.; Dekker, S. (Eds.). **Resilience engineering perspectives, volume 1**: remaining sensitive to the possibility of failure. Ashgate: Burlington, 2008b. p. 63-77.

______. From protection to resilience: Changing views on how to achieve safety. **In:** 8th International Symposium of the Australian Aviation Psychology Association - AAvPA, Sydney: Australia, 2008c. Disponível em: <http://www.crc.mines-paristech.fr/csi/Chaire/from-protection-to-resilience.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2011.

______. Risk + barriers = safety? **Safety Science.** v. 46. p. 221–229. 2008d.

______. The Changing Nature of Risks. **Ergonomics Australia Journal**. n. 22, v. 1-2, 2008e. p. 33-46. Disponível em: <http://hal-ensmp.archives ouvertes.fr/docs/00/50/88/58/PDF/Changingnatureofrisks.pdf>. Acesso em 27 fev. 2011.

______. **The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off**: why things that go right sometimes go wrong. Ashgate, Burlington, 2009a. 150 p.

______. The four cornerstones of resilience engineering. In: Nemeth, C. P.; Hollnagel, E.; Dekker, S. (Eds.). **Resilience engineering perspectives, volume 2**: Preparation and restoration. Ashgate: Burlington, 2009b. p. 117-133.

______. **Safer complex industrial environments**: a human factors approach. CRC Press, Boca Raton, 2010a. 253p.

______. What you find is not always what you fix — How other aspects than causes of accidents decide recommendations for remedial actions. **Accident Analysis and Prevention** v. 42. p. 2132–2139. 2010b.

______. Resilience engineering: the history of safety. In: JORNADA INTERNACIONAL ABERGO 2010, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**... Rio de Janeiro: ABERGO, 2010c.

______. Prologue: the scope of resilience engineering. In: Hollnagel et al. (Eds.). **Resilience engineering in practice**: a guidebook. Ashgate: Burlington, 2011. p. xxix-xxxix.

______. **FRAM - The functional resonance analysis method**: modeling complex socio-technical systems. Ashgate, Surrey, 2012a. 142 p.

______. **The basic principles of the FRAM**. 2012b. Disponível em: <http://functionalresonance.com/FRAM_BasicPrinciples.html>. Acesso em: 5 mar. 2012.

______. **A short introduction to the Functional Resonance Analysis Method**. 2012c. Disponível em: <http://functionalresonance.com/FRAM.html>. Acesso em: 5 mar. 2012.

______. **How to use the FRAM to build a model and then analysing an event or a future scenario**. 2012d. Disponível em: <http://functionalresonance.com/FRAM_How_to.html>. Acesso em: 5 mar. 2012.

HOLLNAGEL, E.; GOTEMAN, O. The Functional Resonance Accident Model In: COGNITIVE SYSTEM ENGINEERING IN PROCESS PLANT. **Proceedings...** CSEPC 2004. p. 155-161. 2004.

HOLLNAGEL, E.; NEMETH, C.P.; DEKKER, S. **Resilience engineering perspectives**: remaining sensitive to the possibility of failure. Ashgate, Burlington, v.1, 2008. 332 p.

HOLLNAGEL, E.; SPEZIALI, J. **Study on developments in accident investigation methods**: a survey of the “state-of-the-art”. SKI report 2008:50. Disponível em: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/56/94/24/PDF/SKI-Report2008_50.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2012.

HOLLNAGEL, E; WOODS, D.D. **Joint cognitive systems**: foundations of cognitive systems engineering. CRC Press, Boca Raton, 2005. 223 p.

HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVENSON, N. **Resilience engineering**: concepts and precepts. Ashgate, Burlington, 2006. 397 p.

HOLLNAGEL et al. **Resilience Engineering in Practice**: a guidebook. Burlington: Ashgate, 2011.

______. Analysis of Comair flight 5191 with the Functional Resonance Accident Model. **In**: 8TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE AUSTRALIAN AVIATION PSYCHOLOGY ASSOCIATION - AAvPA. **Proceedings...** Sydney, Australia. 2008.

HOPKINS, A. **Lesson from Esso's gas plant explosion at Longford**. Disponível em: <http://www.sirfrt.com.au/Meetings/IMRt/Southeast/IMRt%20East%2000Nov30/Andrew%20Hopkins%20presentation/Lonford%20talk.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2012.

HOWELL, G.A. et al. Working near the edge: a new approach to construction safety. In: 10TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. **Proceedings...** v. 10, p. 49-60. Gramado: Brasil. ago. 2002

IMD. **The world competitiveness scoreboard 2012**. 2012a. Disponível em: <http://www.imd.org/>. Acesso em: 4 jun. 2012.

______. **IMD world competitiveness yearbook 2012**: overall ranking and competitiveness factors. 2012b. Disponível em: <http://www.imd.org/>. Acesso em: 4 jun. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. **Anuário estatístico da previdência social 2011**. v. 17. Brasília: INSS, 2012a. 878 p. Disponível em: <http://www.mpas.gov.br/conteudoDinamico.php?id=423>. Acesso em: 23 dez. 2012.

______. **Aeat infologo**: base de dados históricos de acidentes de trabalho. 2012b. Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/AEAT/greg/reg05/reg05.PHP>. Acesso em: 23 dez. 2012.

______. **Saúde e Segurança Ocupacional**. 2012c. Disponível em: <http://www.previdenciasocial.gov.br/conteudoDinamico.php?id=39>. Acesso em: 23 dez. 2012, às 19:59.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Safety and health at work**. 2010a. Disponível em: <http://www.ilo.org/global/Themes/Safety_and_Health_at_Work/lang--en/index.htm>. Acesso em: 5 jun. 2010.

______. **Focus on new emerging hazards in a changing world of work.** 2010b. Disponível

em:<http://www.ilo.org/global/About_the_ILO/Media_and_public_information/Press_releases/lang--en/WCMS_126383/index.htm>. Acesso em: 5 jun. 2010.

______. **Safety in numbers**: Pointers for global safety culture at work**.** 2003. Disponível em: <http://www.ilo.org/public/english/region/eurpro/moscow/areas/safety/docs/safety_in_numbers_en1.pdf >. Acesso em: 8 jun. 2010.

HUDSON, P.T.W. et al. Application of TRIPOD to measure latent errors in North Sea gas platforms: validity of failure states profiles. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, SAFETY AND ENVIRONMENT. **Proceedings**... The Hague: Netherlands. nov. 1991.

LEES, F.P. **Loss prevention in the process industries**: hazard identification, assessment and control. 2nd ed. Butterworth Heinemann, Burlington, v. 1, 1996. paginação irregular.

LEVESON, N.G. A new accident model for engineering safer systems. **Safety Science**. v 42 (4). p. 237–270. 2004.

______. **Engineering a safer world**: systems thinking applied to safety. MIT Press, Cambridge, 2011. 534 p.

LEVESON, N. et al. Engineering resilience into safety-critical systems. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (eds.) **Resilience engineering**: concepts and precepts. Ashgate: Burlington, 2006. p. 95-123.

LUNDBERG, J.; ROLLENHAGEN, C.; HOLLNAGEL, E. What-You-Look-For-Is-What-You-Find – The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. **Safety Science** v. 47. p. 1297–1311. 2009

MACCHI, L. **A Resilience Engineering approach to the evaluation of performance variability**: development and application of the Functional Resonance Analysis Method for Air Traffic Management safety assessment. 2010. 176 f. Doctoral Thesis - Spécialité Sciences et Génie des Activités à Risques, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris, 2010.

MACCHI, L.; HOLLNAGEL, E.; LEONHARD, J. Resilience Engineering Approach to Safety Assessment: An Application of FRAM for the MSAW system. **In**: EUROCONTROL Safety R&D Seminar, Munich: France 2009.

MADNI, A.M.; JACKSON, S. Towards a conceptual framework for resilience engineering. **IEEE systems journal**, v. 3, n. 2, jun. 2009.

MANUELE, F.A. **Heinrich revisited**: truisms or myths. National Safety Council, Chicago, 2002. 87 p.

______. Reviewing Heinrich: dislodging two myths from the practice of safety. **Professional Safety**. Oct, 2011.

MACCOLLUM, D.V. **Construction safety engineering principles**: designing and managing safer job sites. Mc-Graw-Hill, New York, 2007. 394 p.

MINISTÉRIO DA TRABALHO E EMPREGO. Classificação brasileira de ocupações - operadores de guindastes e de equipamentos similares de elevação. 2013. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/empregador/cbo/procuracbo/conteudo/tabela3.asp?gg=9&sg=7&gb=3>. Acesso em 20 jan 2013.

MIRANDA, V.A.A.; CABRAL, S.D.; HADDAD, A.N. TRIPOD: uma ferramenta de identificação e análise de riscos baseada nos acidentes. **Ação Ergonômica**. v. 1, n. 3. p. 9-20. 2002.

MORAY, N. The role of attention in the detection of errors and the diagnosis of failures in man-machine systems. In: **Human detection and diagnosis of system failures**. Rasmussen, J; Rouse, W. B. (Eds.). NATO conference series. III, Human Factors; v. 15, 1981. 716 p.

NC DOL **-** North Carolina Department of Labor. **A guide to crane safety**. Raleigh, 2004. Disponível em: <http://digital.ncdcr.gov/cdm4/item_viewer.php?CISOROOT=/p249901coll22&CISOPTR=1300&CISOBOX=1&REC=7>. Acesso em: 12 mar. 2012.

NEITZEL, R.L.; SEIXAS, N.S.; REN, K.K. A review of crane safety in the construction industry. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**. v.16, n.12, p.1106–1117, 2001.

NEMETH, C. et al. Minding the Gaps: Creating Resilience in Health Care. In: HENRIKSEN et al (Eds.). **Advances in patient safety**: new directions and alternative approaches. 3. Performance and tools. AHRQ. Rockville, 2008. p 259–271.

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health. **Preventing Worker Injuries and Deaths from Mobile Crane Tip-Over, Boom Collapse, and Uncontrolled Hoisted Loads.** 2006. Disponível em < http://www.cdc.gov/niosh/docs/2006-142/pdfs/2006-142.pdf>. Acesso em 10 oct. 2011.

NOUVEL, D.; TRAVADEL, S.; HOLLNAGEL, E. **Introduction of the concept of functional resonance in the analysis of a near-accident in aviation**. In: 33rd ESReDA Seminar: Future challenges of accident investigation. Ispra, Italy. 2007.

PERROW, C. **Normal accidents**: living with high-risks technologies. Princeton University Press, New Jersey, 1999. 451 p.

PINTO, A.; NUNES, I.L.; RIBEIRO, R. A. Occupational risk assessment in construction industry – Overview and reflection. **Safety Science** 49 (2011) 616–624

QUARESMA, F.J.G. **Manual prático de montagem industrial**. Rio de Janeiro: Q3, 2007. 575 p.

QURESHI, Z.A. Review of accident modeling approaches for complex socio-technical systems. **In:** 12TH AUSTRALIAN WORKSHOP ON SAFETY CRITICAL SYSTEMS AND SOFTWARE AND SAFETY-RELATED PROGRAMMABLE SYSTEMS - SCS '07. **Proceedings...**, Adelaide. Conferences in Research and Practice in Information Technology. v.86. p. 47-59. 2007.

RASMUSSEN, J. Models of mental strategies in process plant diagnosis. In: **Human detection and diagnosis of system failures**. Rasmussen, J; Rouse, W. B. (Eds.). NATO conference series. III, Human Factors; v. 15, 1981. 716 p.

______. Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, 4, 1982. p. 311-333.

______. Risk management in a dynamic society: a modeling problem. **Safety Science.** v. 27. no. 2/3. p. 183-213. 1997.

LEPLAT, J.; RASMUSSEN, J. Analysis of human errors in industrial incidents and accidents for improvement of work safety. **Accid. Anal. & Prev**. v. 16. n. 2, 1984. p. 77-88.

RASMUSSEN, J.; PEJTERSEN, A.M.; GOODSTEIN, L.P. **Cognitive systems engineering**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1994. 378 p.

RASMUSSEN, J.; SVEDUNG, I. **Proactive Risk Management in a Dynamic Society**. 1st ed. Risk & Environmental Department, Swedish Rescue Services Agency, Karlstad, 2000. 160 p.

REASON, J. **Human error**. Cambridge University, New York. 18th printing, 2007. 302 p.

______. **Managing the risks of organizational accidents**. Ashgate, Burlington, 1997. 252 p.

______. **The human contribution**: unsafe acts, accidents and heroic recoveries. Surrey, UK: Ashgate. 2008. 295 p.

REASON, J.T.; HOLLNAGEL, E.; PARIÈS, J. **Revisiting the "Swiss cheese" model of accidents** (EEC Note No. 13/06). Brétigny-sur-Orge, France: EUROCONTROL Experimental Centre. 2006.

RIGAUD, E. **La résilience, un nouveau regard sur le management de la sécurité**. RSE n. 3 mar-abr, 2010. p. 24-26. Disponível em: http://www.resmag.com. Acesso em: 15 jan. 2013.

SALMON, P.M.; CORNELISSEN, M; TROTTER, M.J. Systems-based accident analysis methods: a comparison of AcciMap, HFACS, and STAMP. **Safety Science.** v. 50, 2012. p.1158–1170.

SALMON, P. et al. Systems-based accident analysis in the led outdoor activity domain: application and evaluation of a risk management framework. **Ergonomics**. v. 53, n. 8, 2010. p. 927-939.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T.; CAMBRAIA, F.B. An analysis of construction safety best practices from a cognitive systems engineering perspective. **Safety Science** 46, 2008. p. 1169–1183.

SAURIN, T.A.; RIBEIRO, J.L.D. Segurança no Trabalho em um Canteiro de Obras: percepções dos Operários e da Gerência. **Produção**. Vol. 10. n. 1, p. 5-17. 2000.

SERTECH. **Curso de rigger** – módulo 2: homem de campo – sinaleiro. Curitiba, 2007. 149 p.

SERTYESILISIK, B.; TUNSTALL, A.; McLOUGLIN, J. An investigation of lifting operations on UK construction sites. **Safety Science** vol. 48, p.72–79, 2010.

SHAPIRA, A.; GLASCOCK, J.D. Culture of using mobile cranes for building construction. **Journal of Construction Engineering and Management**. Dec, p.298-307, 1996

SHAPIRA, A.; LUCKO, G.; SCHEXNAYDER, C.J. Cranes for building construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**. Sep, p.690-700, 2007

SHAPIRO, L.K.; SHAPIRO, J.P. **Cranes and Derricks**. 4th ed. New York: McGraw Hill, 2011.

SHEPHERD, G.W.; KAHLER, R.J.; CROSS, J. Crane fatalities - a taxonomic analysis. **Safety Science**. v. 36. p.83-93. 2000.

SKK. **Procedimento guindaste e içamento**. São Paulo, 2009. 12 p.

SKLET, S. Comparison of some selected methods for accident investigation. **Journal of Hazardous Materials**. n. 111, 2004. p. 29–37

STEELE, K.; PARIÈS, J. **The process of tailoring models for a priori safety and risk management for use within industry**. Disponível em: <www.resilience-engineering-association.org/download/resources/symposium/symposiem-2006(2)/Steele_Paries.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2013.

STOOP, J.; DEKKER, S. Accident modeling: from symptom to system. In: D. de Waard, A. Axelsson, M. Berglund, B. Peters, and C. Weikert (Eds.). **Human Factors**: A system view of human, technology and organization. 2010. Maastricht, the Netherlands: Shaker Publishing. p. 185 - 198.

SURUDA, A.; EGGER, M.; LIU, D. **Crane-Related Deaths in the U.S. Construction Industry, 1984-94**. CPWR Report no. D2-97, 1997. Disponível em: http://www.cpwr.com/pdfs/pubs/research_pubs/krcranes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2012.

SWUSTE, P. **Risk assessment in the construction industry, the case of crane safety**. In: 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON OCCUPATIONAL RISK PREVENTION – ORP 2008. La Coruña, Espanha, 2008. Disponível em: <http://www.orpconference.org/2008/papers_en.asp?sect=3>. Acesso em: 15 mar. 2012.

TALEB, N.N. **A lógica do cisne negro**: o impacto do altamente improvável. Tradução Marcelo Schild. Rio de Janeiro: BestSeller, 2008. 458 p.

TETSUO, Sawaragi; YUKIO, Horiguchi, AKIHIRO, Hina. **Safety Analysis of Systemic Accidents Triggered by Performance Deviation**. In: SICE-ICASE INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE 2006**,** Bexco, Busan, Korea. 2006.

THE CENTER FOR CONSTRUCTION RESEARCH AND TRAINING - CPWR. **The construction chart book**: the U.S. construction industry and its workers. 4th ed. 2008. Silver Spring, 2008. 156 p. Disponível em: <http://www.cpwr.com/rp-overview.html>. Acesso em: 6 jun. 2010.

______. **Crane-Related Deaths in Construction and Recommendations for Their Prevention**. Revised and Updated November 2009. Expanded analysis: inclusion of secondary source coding and keyword search increases crane deaths. 2009. Disponível em: < http://www.cpwr.com/research-cranereport.html>, acesso em: 12 mar. 2012.

TRANSPORTE. **Procedimento movimentação de carga com guindaste**. São Paulo, 2009. 13 p.

UNDERWOOD, P.; WATERSON, P. A Critical Review of the STAMP, FRAM and AcciMap Systemic Accident Analysis Models. In: **Advances in Human Aspects of Road and Rail Transportation.** Neville A. Stanton (ed.). 2012.

VAUGHAN, D. **The Challenger launch decision**: risky technology, culture, and deviance at NASA. The University of Chicago Press, Chicago. 1997. 575 p.

VIDAL, M.C.R. et al. O trabalho coletivo e a resiliência em sistemas complexos. In: XXVI ENEGEP. **Anais…,** Fortaleza. Out. 2006.

VON BUREN, H.F.; CARVALHO, P.V.R. **Contribuição ao estudo de um modelo de acidentes sistêmico: aplicação do método FRAM na modelização da operação de guindastes móveis**. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/sessao_tematica.asp?cod_sessao=350>. Acesso em: 9 mar. 2012.

WAGENAAR, W.A.; VAN DER SCHRIER, J. Accident analysis: the goal, and how to get there. **Safety Science**. v. 26, n. 1/2, 1997. p. 25-33.

WEINSTEIN, M.; GAMBATESE, J.; HECKER, S. “Can Design Improve Construction Safety: Assessing the Impact of a Collaborative Safety in Design Process”. **Journal of Construction Engineering and Management.** Oct. 2005 pp. 1125-1134.

WOLTJER, R. Resilience assessment based on models of functional resonance. In: 3RD SYMPOSIUM ON RESILIENCE ENGINEERING, **Proceedings…**, Antibes Juan-Les-Pins, France. 2008.

______. **Functional Modeling of Constraint Management in Aviation Safety and Command and Control.** Linkoping, 2009. Dissertation MSc. - Department of Computer and Information Science. Linköping Universitet. 134 p. 2009. Sweden.

WOLTJER, R.; HOLLNAGEL, E. The Alaska Airlines flight 261 accident: a systemic analysis of functional resonance. In: 14TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AVIATION PSYCHOLOGY (ISAP). **Proceedings…**, 2007, Dayton, OH. 2007.

______. Functional modeling for risk assessment of automation in a changing air traffic management environment. In: 4th INTERNATIONAL CONFERENCE WORKING ON SAFETY, **Proceedings…**,Crete, Greece, 2008.

WOODS, D.D. Essential characteristics of resilience. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (eds.) **Resilience engineering**: concepts and precepts. Ashgate: Burlington, 2006. p. 21-34.

WOODS, D.D.; HOLLNAGEL, E. Prologue: resilience engineering concepts. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D.D.; LEVESON, N. (eds.) **Resilience engineering**: concepts and precepts. Ashgate: Burlington, 2006. p. 9-17.

YIN, R.K. **Case study research**: design and methods. 4th ed. Sage, Thousand Oaks. 2009. 219 p.

YOW, P.; ROOTH, R.; FRY, K. **Crane accidents 1997-1999**: a report of the crane unit of the division of occupational safety and health. 2000. Disponível em: <http://www.dir.ca.gov/DOSH/CraneAccidentReport.html>. Acesso em: 12 mar. 2012.

XUZHOU CONSTRUCTION MACHINERY GROUP – XCMG. **QY50K Truck crane operation manual**: maintenance manual. 2007. 62 p.

______. **Crane safety load moment indicator**: user manual - HIRSCHMANN HC4900. 2007. 43 p.

______. **Especificações técnicas**. 2012a. Disponível em: <http://xcmgbrasil.com/guindaste_50_toneladas_9.html>. Acesso em: 30 dez. 2012.

______. **Característica do guindaste**. 2012b. Disponível em: <http://xcmg.com/po-po/product/QY50K_I.htm. Acesso em: 30 dez. 2012.

7 GLOSSÁRIO

Acessórios de movimentação

Qualquer dispositivo utilizado na movimentação de carga, situado entre a carga e o cabo de elevação, tais como: moitões, estropos, manilhas, balanças, grampos, destorcedores, olhais de suspensão, cintas e ganchos.

Ajustes aproximados

Quando condições de trabalho são subespecificadas ou quando o tempo ou os recursos são limitados, é necessário ajustar o desempenho para adequar às condições.

Aspecto (de uma função FRAM)

Cada função FRAM é descrita pelos seis aspectos, respectivamente: *Input*, *Output*, Precondição, Recurso, Controle, e Tempo.

Capacidade da máquina (*Rated load*)

Capacidade bruta ou capacidade de trabalho indicada na tabela de carga do fabricante para uma determinada configuração, isto é, comprimento de lança e raio de carga definidos.

Capacidade nominal da máquina

Capacidade máxima indicada pelo fabricante para uma determinada configuração, isto é, comprimento de lança e raio de carga definidos ou exigidos pela norma de fabricação da máquina. Depende de condições especiais na operação, tais como: menor comprimento de lança; menor raio de operação; operação no melhor quadrante conforme indicaçãoo do fabricante; utilização de acessórios especiais para grandes capacidades; maior número de passadas de cabos.

Controle (aspecto)

Controle é o que supervisiona ou regula uma função demodo que esta resulte no Output desejado. Controle pode ser um plano, uma programação, um procedimento, um conjunto de diretrizes ou instruções, um programa (um algoritmo), uma funcionalidade ‘medir e corrigir’, etc.

Função

No método FRAM, uma função representa os meios que são necessários para atingir uma meta; refere-se às atividades – ou conjunto de atividades – que são requeridas para produzir um determinado resultado.

Funções *background*

Foreground e *background* referem-se à importância relativa de uma função no modelo. As funções *background* denotam o que afeta as funções *foreground* sendo estudadas; constituem o contexto ou meio ambiente de trabalho.

Funções *foreground*

Foreground e *background* referem-se à importância relativa de uma função no modelo. As funções *foreground* denotam o que está sendo analisado ou avaliado, i.e., o foco da investigação. Uma função designada como *foreground* pode tornar-se uma função background se o foco da análise mudar.

Função à jusante

Função que, durante uma instanciação do modelo, ocorre depois de outras funções e que, portanto pode ser afetadas por estas últimas. A noção de funções à jusante é relativa em vez de absoluta.

Função à montante

Função que, durante uma instanciação do modelo, ocorre antes de outras funções, e que, portanto pode afetá-las. A noção de funções à jusante é relativa em vez de absoluta.

Input (aspecto)

O *Input* de uma função é definido como o que ativa ou inicia uma função; tecnicamente representa uma mudança de estado do meio ambiente (entorno). A descrição de um *Input* deve ser um substantive, se for uma palavra única, ou começar com um substantivo se for uma frase curta.

Instanciação

Uma instanciação de um modelo FRAM é um 'mapa' de como um subconjunto de funções estão mutualmente interconectados sob determinadas condições (favoráveis ou desfavoráveis) ou segundo um determinado lapso de tempo. As interconexões que são representadas por uma instanciação específica não variam, mas são ‘fixas’ ou ‘congeladas’ para as condições adotadas.

Interconexão

Descreve o grau no qual subsistemas, funções, e componentes são conectados ou dependem entre si; o grau de interconexão pode variar desde fraco até forte.

Jibe (*Jib*)

Extensão fixada à ponta da lança com a finalidade de aumentar o raio de carga máxima.

Modelo

Um modelo FRAM descreve as funções do sistema (a união dos conjuntos de funções *foreground* e funções *background*). As interconexões potenciais entre funções são definidas por meio de como os aspectos das funções são descritos. Uma representação gráfica de um modelo FRAM sera um conjunto de hexágonos, onde cada hexágono representa uma function, mas sem nenhuma linha ou conectores entre as funções.

Output (aspecto)

É o resultado do que uma função faz, por exemplo, por meio do processamento do *Input*. Pode ser visto como representando uma mudança de estado – do sistema ou de um ou mais parâmetros de *output*. Pode também representar o sinal que ativa uma função à jusante. A descrição de um *Output* deve ser um substantivo, se for uma palavra individual, ou começar por um substantivo se for uma frase curta.

Patola (*Outrigger*)

Braços extensíveis ou fixos montados na máquina para aumentar a sua estabilidade e capacidade.

Plano de Movimentação de carga (Plano de Rigging)

Um dos documentos integrante do procedimento de movimentação de carga da executante, constituído de desenho(s), em escala, com vistas de planta e elevação.

Precondição (aspecto)

Uma função pode em muitos casos não ser iniciada antes que uma ou mais Precondições tenham sido estabelecidas. Podem ser compreendidas como estados do sistema que devem ser verdadeiros, ou como condições que devem ser verificadas antes que uma função seja realizada. Embora uma Precondição seja um estado que deve ser satisfeito antes que uma função seja realizada, não constitui por si mesma um sinal que inicia uma função. Um *Input* por outro lado, pode ativar uma função. Essa regra simples pode ser empregada para determiner se algo deve ser descrito como sendo um *Input* ou como uma Precondição. A descrição de uma Precondição deve ser um substantivo, se for uma palavra individual, ou começar por um substantivo se for uma frase curta.

Procedimento de movimentação de carga da executante

Documento emitido pela firma executante que define os parâmetros e as condições de execuçãoo dos serviços de movimentação de carga.

Quadrantes

Regiões definidas pelas retas que passam pelo centro de giro e da máquina pelos centros de apoio das sapatas das patolas estendidas

Raio de carga

Distância entre o centro de giro da máquina e a vertical que passa pela ponta da lança e o centro de massa da carga suspensa.

Recurso (aspecto)

Algo que é necessário ou consumido enquanto uma função é realizada. Visto que alguns Recursos são consumidos enquanto a função é realizada e outros não o são,

é útil distinguir entre Recursos por um lado e Condições de Execuções por outro. A diferença é que enquanto um Recurso é consumido por uma função, de modo que existirá menos dele à medida que o tempo passa, uma Condição de Execução não é consumida, mas somente necessita estar disponível ou existir enquanto uma função está ativa. A diferença entre uma Precondição e uma Condição de Execução é que a primeira somente é requerida nates que a função inicie, mas não quando esta é realizada.

Ressonância

Em sistemas físicos, a ressonância clássica (ou mecânica) refere-se ao fenômeno no qual um sistema pode oscilar com maior amplitude em algumas frequências do que em outras. Estas são conhecidas como frequências ressonantes do sistema (ou resonância). Nestas frequências até mesmo pequenas forças externas que são aplicadas repetidamente podem produzir oscilações de grande amplitude, que podem danificar seriamente ou até mesmo destruir o sistema.

Ressonância estocástica

Pode ser definida como a sensibilidade ampliada de um dispositivo a um sinal fraco que ocorre quando ruído aleatório é adicionado à mistura. O resultado da ressonância estocástica é não liear, que significa simplesmente que o *output* não é diretamente proporcional ao *input*. O resultado pode também ocorrer – ou emergir – instantâneamente, ao contrário da ressonância clássica que deve ser construída ao longo do tempo.

Ressonância funcional

Definida como o sinal detectável que emerge das interações não planejadas, não intencionais da variabilidade do dia a dia de múltiplos sinais.

Rigging

O termo *Rigging* se refere a preparação, a amarração da carga; derivado deste termo temos o “Plano de Rigging”que é o plano segundo o qual será amarrada a carga e o que será utilizado nesta amarraçãoo, ou seja, quais cabos, manilhas, balancim, onde será amarrada a carga.

Rigger

O Rigger é o responsável por definir e executar a preparação da amarraçãoo da carga, e o emprego correto dos acessórios, cabos e pontos de amarraçãoo. Também é o responsável pelo monitoramento da operação de içamento assim como auxiliar o operador do guindaste.

Sistema

Define-se um sistema em termos de como este funciona em vez de em termos de quais são seus componentes e como estes são associados. A partir desta perspectiva, um sistema é um conjunto de funções interconectadas ou mutuamente dependentes. Isto significa que o desempenho característico do sistema – do conjunto de funções – não pode ser compreendido a não ser que inclua uma descrição de todas as funções, i.e., o conjunto como um todo. A delimitação do sistema não é, portanto baseada em sua estrutura ou em relações entre componentes (a arquitetura do sistema).

Tempo (aspecto)

O aspecto Tempo de uma função representa as várias maneiras nas quais Tempo pode afetar como uma função é realizada. Em vez de ter Tempo como parte dos outros quarto aspectos de uma função, parece ser razoável reconhecer seu status especial considerando-o como um aspecto em si prório.

Variabilidade de desempenho

A variabilidade de desempenho de funções à montante pode afetar a variabilidade de desempenho de funções à jusante, e desse modo levar a efeitos não lineares (ressonância funcional).

8 ANEXOS

8.1 Anexo A – O princípio da ressonância funcional

8.1.1 O princípio da ressonância funcional

A variabilidade de um número de funções pode, de tempos em tempos, entrar em ressonância, isto é, reforçar uma às outras e, por conseguinte levar a variabilidade de uma função a ser atipicamente elevada. As consequências podem se propagar através de acoplamentos fortes em vez de por meio de ligações de causa-efeito identificáveis e enumeráveis.

Isto pode ser descrito como a ressonância da variabilidade normal das funções, consequentemente como ressonância funcional. A analogia de ressonância acentua que se trata de um fenômeno dinâmico e, portanto não imputável a uma simples combinação de relações causais. A ressonância funcional é o sinal detectável que emerge de interações involuntárias das variabilidades normais de muitos sinais.

8.1.2 Ressonância estocástica como modelo para acidentes

Hollnagel (2004) aponta limites aos modelos que representam acidentes como sequencias de eventos. Para construir o modelo sistêmico de acidente, ele utiliza o princípio da ressonância estocástica.

Ressonância é definida como resposta seletiva de um objeto ou sistema que vibra pela aplicação de uma força externa ou oscilação. É também descrita em física como sendo o aumento na amplitude da oscilação de um sistema eletromagnético ou mecânico exposto à outra força periódica, cuja frequência é igual ou muito próxima a de uma das frequências naturais do sistema. O resultado obtido apresenta a mesma frequência com aumento da amplitude das ondas.

Segundo Hollnagel (2004), a ressonância requer três condições:

a) um objeto ou sistema que pulsa com sua frequência própria, dita natural;
b) uma força que é aplicada na mesma frequência da frequência natural do objeto e que cria uma ressonância;
c) inexistência de perda ou diminuição de energia: se há perda de energia, especialmente maior do que a aplicada no sistema é mais difícil que o sistema entre em ressonância.

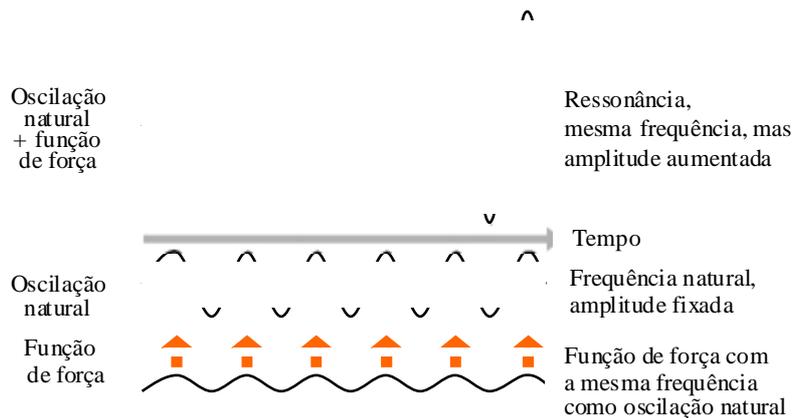



Figura 8.1-1: Ressonância clássica. Adaptado de Hollnagel (2004)

Nos casos em que o aumento da amplitude não é pretendido, existe um efeito colateral que é a perda de controle do sistema. Na sociedade moderna, os melhores exemplos de situações em que a ressonância – fenômeno físico – levou a acidentes estão em desabamentos e alterações estruturais de pontes, como a de Tacoma Narrow, em novembro de 1940, e a de London Millennium, em Junho de 2000.

No caso da ressonância estocástica, as relações entre as forças são um pouco mais enganosas, embora o princípio seja o mesmo. A ressonância estocástica é um fenômeno em que um *input* não linear (ruído) é sobreposto a um sinal periódico modulado tão fraco que, em condições normais, não seria detectado, mas se torna detectável devido à ressonância entre o sinal determinístico fraco e este ruído.

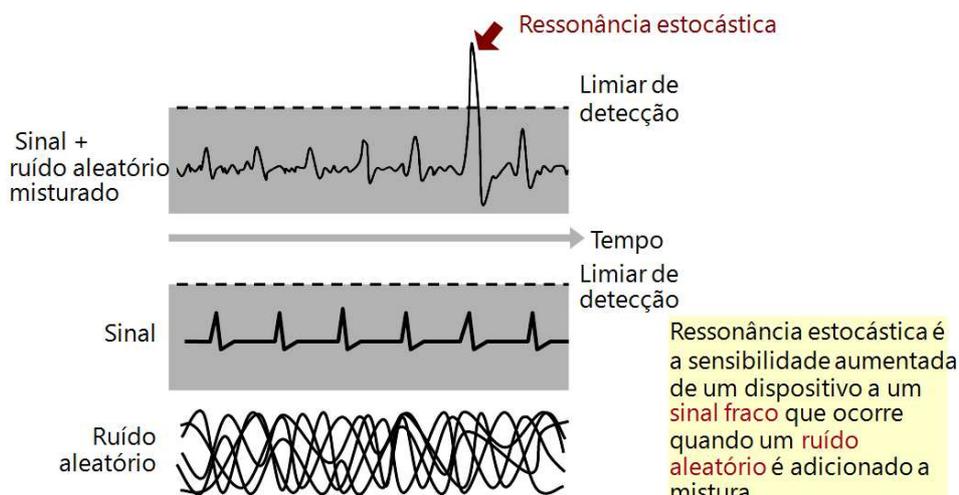



Figura 8.1-2: Ressonância estocástica. Adaptado de Hollnagel (2004)

A ressonância estocástica pode ser usada para descrever como se restabelece a ordem em um sistema desordenado, sendo que acidentes representam o oposto

disso. A noção de variabilidade do desempenho serve para indicar a presença dos sinais fracos capazes de interagir com o ruído emergente e levar ao acidente.

Na ressonância estocástica, o ruído é um *input* aleatório que se sobrepõe ao sinal. Nesse sentido, o sinal é uma propriedade do sistema enquanto o ruído é uma propriedade do ambiente. O ruído também é, em larga medida, determinado pela variabilidade das funções do sistema, e não totalmente aleatório.

Uma vez que a ressonância resultante não depende de uma origem desconhecida, mas é consequência de interações funcionais no sistema, é mais correto chamá-la de ressonância funcional do que de ressonância estocástica.

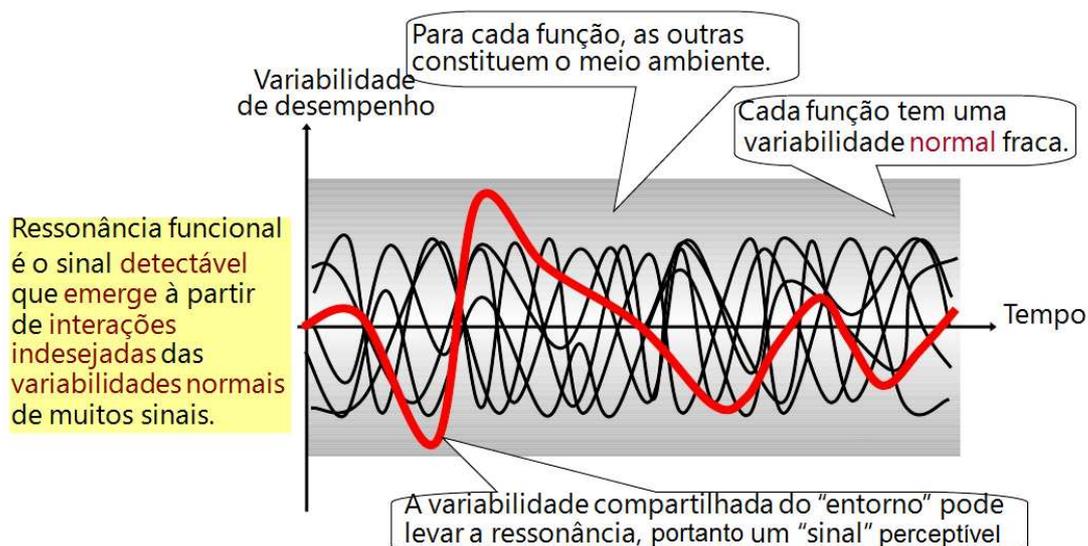



Figura 8.1-3: Ressonância funcional. Adaptado de Hollnagel (2004)

Segundo Hollnagel (2004), "um sistema complexo possui tipicamente um grande número de subsistemas e componentes e a variabilidade de desempenho de cada um deles pode ser vista como o sinal periódico fraco". Fraco no sentido de ser pequeno demais para constituir um perigo ou ter efeitos detectáveis, principalmente se o restante do sistema os interceptar, antes que estes tenham tempo de se combinar gerando algo maior.

A mesma perspectiva pode ser aplicada a qualquer subsistema ou componente e relativo a isso a variabilidade de desempenho no âmbito do sistema como um todo pode ser vista como ruído estocástico. Isso significa que a definição do que seja o sinal e do que seja o ruído é relativa ao foco de análise. O sinal fraco pode ser a variabilidade de qualquer parte ou componente do sistema e o ruído estocástico é a variabilidade agregada do restante do sistema.

8.2 Anexo B – Quadros de funções

Quadro 8.2-1: Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**
Descrição	Realizado pela equipe de engenharia para definição do tipo de equipamento e sua locação no projeto.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	Estrutura Analítica do Projeto - EAP prevista em contrato
Output:	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem foram emitidos
Precondição:	Redação do contrato definindo o escopo dos serviços
Recurso:	Projeto básico de engenharia
Controle	Atendimento às normas e legislações aplicáveis ao projeto
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; não ocorre montagem sem a emissão de documentos com o carimbo de liberação para montagem

Quadro 8.2-2: Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em projeto

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em contrato**
Descrição	Definição das atividades, seu sequenciamento, a estimativa de recursos e duração das atividades realizado pela equipe de planejamento para o desenvolvimento do cronograma das atividades associadas a utilização das tarefas.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A estrutura analítica do projeto - EAP e o seu dicionário foram elaboradas
	O plano de gerenciamento do projeto foi emitido
	Ativos de processos organizacionais: Lista de atividades usadas por projetos anteriores consideradas na definição das atividades do cronograma do projeto.
Output:	O cronograma associado a EAP prevista em contrato foi emitido.
Precondição:	Declaração do escopo do projeto contendo entregas, restrições e premissas foi elaborada.
Recurso:	Fatores ambientais da empresa: disponibilização de softwares de planejamento (MS Project / Primavera)
Controle	Contrato especificando o escopo dos serviços
Tempo	Guia de todo o projeto que vem em seguida determinando o prazo máximo para realização dos serviços especificados no contrato

Quadro 8.2-3: Posicionamento da carga sobre a base ou suporte

Nome da FUNÇÃO	**Posicionamento da carga sobre a base ou suporte**
Descrição	Objetivo final da manobra de movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de logística.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A movimentação de carga está concluída
Output:	A carga foi posicionada sobre a base ou suporte.
Precondição:	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Guindaste com menos de 10 anos de fabricação
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
Controle	Plano de rigging emitido
	Análise Preliminar de Riscos - APR elaborada
	Supervisão de movimentação de carga no local
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após a movimentação de carga.

Quadro 8.2-4: Travamento da carga

Nome da FUNÇÃO	**Travamento da carga**
Descrição	Parte da finalização da manobra de movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de montagem eletromecânica.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A movimentação de carga está concluída
Output:	A carga foi travada (aparafusada, soldada ou cunhada)
Precondição:	A carga está posicionada sobre a base ou suporte.
	A carga está nivelada, aprumada ou alinhada
Recurso:	Equipe de montadores mecânicos
Controle	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após a movimentação de carga e seu nivelamento.

Quadro 8.2-5: Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte

Nome da FUNÇÃO	**Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte**
Descrição	Parte da finalização da manobra de movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de topografia e montagem eletromecânica
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A movimentação de carga está concluída
Output:	A carga foi nivelada, aprumada ou alinhada
Precondição:	A carga está posicionada sobre a base ou suporte.
Recurso:	Equipe de montadores mecânicos e inspetores dimensionais
Controle	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após a movimentação de carga e seu posicionamento.

Quadro 8.2-6: Soltando a carga

Nome da FUNÇÃO	**Soltando a carga**
Descrição	A ser realizado pela equipe de montagem eletromecânica após o travamento ser concluído.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A carga está travada (aparafusada, soldada ou cunhada)
Output:	A carga foi solta
Precondição:	A movimentação de carga está concluída
Recurso:	Equipe de montadores mecânicos
Controle	Plano de rigging emitido
	Supervisão de movimentação de carga no local
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após o final da movimentação de carga, seu posicionamento, nivelamento e travamento.

Quadro 8.2-7: Liberando o guindaste

Nome da FUNÇÃO	**Liberando o guindaste**
Descrição	Realizado pelo operador do guindaste, auxiliado pelo rigger, depois que a manobra de movimentação de carga foi concluída.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A carga está solta
Output:	O guindaste foi liberado para desmobilização
Precondição:	A movimentação de carga está concluída
Recurso:	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
Controle	Supervisão de movimentação de carga no local
	Auxiliar de movimentação de carga no local para manobra de retorno a configuração de base.
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre após soltar a carga

Quadro 8.2-8: Desmobilizando o guindaste

Nome da FUNÇÃO	**Desmobilizando o guindaste**
Descrição	Realizado pelo operador do guindaste depois que a manobra de movimentação de carga foi concluída.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	O guindaste está liberado para desmobilização
Output:	O guindaste foi desmobilizado
Precondição:	Operador de guindaste móvel com 5 anos de experiência em plantas industriais
Recurso:	Inicialmente não descrito
Controle	O cronograma associado a EAP prevista em contrato foi emitido.
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; acontece após a liberação do guindaste.

Quadro 8.2-9: Elaborando o plano de rigging

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando o plano de rigging**
Descrição	Processo de cálculo de capacidade de carga, acessórios e croquis da manobra (raio, interferência, planta e elevação) para a movimentação da carga. A ser realizado por rigger.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Output:	O plano de rigging foi emitido
Precondição:	O cronograma associado a EAP prevista em contrato foi emitido.
Recurso:	Rigger (engenheiro ou técnico com CREA) com experiência na elaboração de planos de rigging
Controle	Manual do fabricante do guindaste e tabelas de carga
	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem foram emitidos
Tempo	Elaborado antes da movimentação de carga

Quadro 8.2-10: Elaborando a análise preliminar de riscos

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR**
Descrição	Processo básico de segurança do trabalho para liberação da movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de produção com orientação do setor de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	Plano de rigging emitido
Output:	A APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada
Precondição:	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Recurso:	Equipe de SMS e Supervisão da Produção
	Planilha de identificação, avaliação e controle de riscos.
Controle	Manual do fabricante do guindaste
	Procedimento de movimentação de cargas utilizando guindastes
	Procedimento de identificação, avaliação e controle de perigos e riscos e aspectos e impactos.
Tempo	Ocorre antes do início da movimentação de carga

Quadro 8.2-11 Aplicando procedimentos de segurança

Nome da FUNÇÃO	**Aplicando procedimentos de segurança**
Descrição	Processo de gestão de segurança do trabalho que fornece diretrizes da movimentação de carga. A ser realizado pela equipe de SMS.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	Cronograma associado a EAP emitido.
	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	A carga foi disponibilizada para a manobra
Output:	O procedimento de segurança na movimentação de carga com guindastes foi aplicado
Precondição:	Procedimento de identificação, avaliação e controle de perigos e riscos e aspectos e impactos.
Recurso:	Equipe de SMS, composta por especialistas e técnicos de Segurança, profissionais e técnicos de Meio Ambiente e profissionais da Saúde. Equipe de movimentação de carga e supervisão da Produção
Controle	Procedimento de segurança na movimentação na movimentação de carga com guindastes
	Procedimento de inspeções de segurança - anexo guindastes
	APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada
	O plano de rigging foi emitido
	Verificações do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
Tempo	Ocorre durante toda a atividade de movimentação de carga

Quadro 8.2-12: Disponibilizando a carga

Nome da FUNÇÃO	**Disponibilizando a carga**
Descrição	Processo de entrega da carga para a movimentação de carga. A ser realizado pelas equipes de almoxarifado/materiais e logística.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	O cronograma associado a EAP prevista em contrato foi emitido.
Output:	A carga foi disponibilizada para a manobra
Precondição:	O local de descarga está preparado
Recurso:	Equipe de logística/materiais e equipamentos compatíveis
Controle	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; acontece antes da solicitação do guindaste.

Quadro 8.2-13: Preparando o içamento

Nome da FUNÇÃO	**Preparando o içamento**
Descrição	Processo de amarração da carga para a movimentação de carga (acessórios e CG). A ser realizado pelas equipes de movimentação de carga (supervisor e auxiliares).
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A carga está disponibilizada para a manobra
	Verificações do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
Output:	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
Precondição:	O plano de rigging está emitido
	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem estão emitidos
Recurso:	Equipe de movimentação de carga (supervisão e auxiliares)
	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
Controle:	Verificar se a carga está devidamente equipada conforme seu peso (amarração e centro de gravidade) e o local onde esta será colocada
	Determinar o número de passadas de cabo necessárias para o içamento e sua adequação (Apesar de especificado no plano de rigging)
	Conferir a tabela de carga e tabela de acessórios para assegurar que o guindaste tem capacidade suficiente para o içamento com segurança e com a devida folga de segurança
	Selecionar a melhor lança e configuração do guindaste para a operação e condições de içamento, assumindo responsabilidade pela montagem e ajustes do guindaste de forma correta
	Seguir as recomendações do fabricante para cargas máximas permitidas e comprimentos máximos de lança permitidos (Lembrar que o peso do gancho, moitão, pêndulos estropos e outros dispositivos de manuseio de carga são considerados parte da carga)
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; acontece antes do içamento da carga pelo guindaste.

Quadro 8.2-14: Verificando guindaste e acessórios

Nome da FUNÇÃO	**Verificando o guindaste e seus acessórios**
Descrição	Processo inicial de asseguramento das condições de operação do equipamento de movimentação de carga e da integridade de seus acessórios. A ser realizado pelo operador do guindaste.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	O plano de rigging foi emitido
	O cronograma associado a EAP prevista em contrato foi emitido.
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
Output:	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
Precondição:	A partida foi dada
	Entender idioma inglês ou chinês
Recurso:	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Guindaste com menos de 10 anos de fabricação
	Manual do fabricante do guindaste
Controle	Dar a partida no guindaste: com o freio de mão puxado e a alavanca de transmissão em neutro, inserir a chave no interruptor de partida e virá-la no sentido horário até a posição I para ligar a fonte de energia. Apertar o pedal do acelerador até ¼ de seu curso e girar a chave para a posição II e aí o motor dará partida. O pré-aquecimento do motor deve ser executado após a partida e em marcha lenta. Somente ao atingir 60 °C o motor pode rodar. Usar o motor após a partida sem pré-aquecimento resultará em sério desgaste e reduzirá a vida útil do motor Acionamento da PTO: com as alavancas de controle da superestrutura e chassis em neutro, apertar a embreagem até o final com uma pressão acima de 0,45Mpa e puxar o interruptor PTO. Após, soltar o pedal lentamente
	Verificar o funcionamento de todo mecanismo operacional (polias, carretéis de enrolamento, freios, mecanismos de travamento, gancho, suporte de giro do gancho, chaves limites, dispositivos de segurança, cilindros hidráulicos, válvulas de retenção, instrumentos e luzes)
	Verificação para confirmar o funcionamento da patola
	Inspeção e teste do sistema de freios e embreagem para correção de ajuste e operação

	Estender e retrair os cilindros suavemente e manter a pressão
	Verificar se o contrapeso está devidamente seguro para a operação
	Verificar se o gancho gira livremente e se a trava do cabo funciona livremente
	Testar todos os controles para assegurar que as funções a que eles se destinam estão corretas
	Opere os freios contra força de funcionamento do motor para se certificar que o sistema funciona adequadamente
	Testar o controle de velocidade do motor
	Verificar se a embreagem está destravada (posição neutra da caixa de mudanças de marcha) ou se a força de arranque possa ser controlada
	Ter certeza de que os fechos e travas de segurança dos ganchos do guindaste estão em boas condições e estão sendo usados corretamente
	Verificar o funcionamento do carretel de enrolamento de cabos (de acordo com as recomendações do fabricante)
	Certificar-se que o volante da direção está funcionando (à direita e à esquerda) e que não haja nenhuma vibração ou ruído anormal que possam indicar desgaste e mau funcionamento)
	Verificar a pressão de ar comprimido contra a presença de vazamentos do sistema
	Não mover abruptamente a alavanca de controle do guincho. Antes de operar confirmar que o freio do guincho está funcionando
	Destravar o dispositivo de travamento da mesa giratória antes de iniciar o giro
	Ligar o LMI e seguir fluxograma de operações/ verificações do dispositivo : Self test; OM; Reev; Comprimento; Raio; Ângulos limites máx e min.
	Para prevenir o carregamento lateral quando estiver operando o guincho apertar a tecla S17 para ativar a função de escorregamento livre (sliding). Após a carga sair do chão desaperte o botão S17.
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; acontece após a partida e antes do içamento da carga pelo guindaste.

Quadro 8.2-15: Dando a partida

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**
Descrição	Processo de posta em marcha do guindaste. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	A carga está disponibilizada para a manobra
Output:	A partida foi dada
Precondição:	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Guindaste com menos de 10 anos de fabricação
	Entender idioma inglês ou chinês
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
Controle:	Verificação da leitura de todos os medidores logo após o funcionamento do motor do equipamento.
	Certificar-se que o guindaste esteja nivelado, pois cargas laterais são transmitidas para a lança.
	Dar a partida no guindaste: com o freio de mão puxado e a alavanca de transmissão em neutro, inserir a chave no interruptor de partida e virá-la no sentido horário até a posição I para ligar a fonte de energia. Apertar o pedal do acelerador até ¼ de seu curso e girar a chave para a posição II e aí o motor dará partida. O pré-aquecimento do motor deve ser executado após a partida e em marcha lenta. Somente ao atingir 60 °C o motor pode rodar. Usar o motor após a partida sem pré-aquecimento resultará em sério desgaste e reduzirá a vida útil do motor Acionamento da PTO: com as alavancas de controle da superestrutura e chassis em neutro, apertar a embreagem até o final com uma pressão acima de 0,45Mpa e puxar o interruptor PTO. Após, soltar o pedal lentamente
Tempo:	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; ocorre antes da movimentação de carga.

Quadro 8.2-16: Operações específicas para a configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (load moment indicator)

Nome da FUNÇÃO	**Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)**
Descrição	Processo de adequação a sequência de tarefas conforme procedimento do fabricante do equipamento. A ser realizado pelo operador do guindaste.
Aspecto	Descrição do aspecto
Input:	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	A partida foi dada.
Output:	Operações específicas de configuração do guindaste conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
Precondição:	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Manual do fabricante de LMI
	Manual do fabricante do guindaste
Controle	Ligar o LMI e seguir fluxograma de operações/ verificações do dispositivo: Self test; OM; Reev; Comprimento da lança; Raio; Ângulos limites máx e min.
	Self test - Ocorre automaticamente assim que o guindaste é posto em marcha
	OM - a sua configuração é utilizada para ajustar o parâmetro do LMI conforme as condições presentes do guindaste. Quando operar o guindaste ter certeza que o modo de operação indicado no display é o mesmo que o modo de operação presente. Antes de operar o guindaste verificar o código OM correspondente ao tipo de guindaste e modo presente e então ajustar o parâmetro OM para ser igual ao OM presente. Pressionar a tecla numérica "1" que corresponde à configuração OM na interface de configuração de função para acessar na interface de modo de operação. Pressionando as teclas de número e função a OM mostrada no display pode ser a mesma da OM presente (ver tabela OM). Apertar a tecla função para mover o cursor (*) para a primeira posição de dígito e inserir o número correspondente; empregar o mesmo método para inserir os demais numeros. Utilizar a tecla de função OK para confirmar a operação.

	Reev - utilizada para configurar o número de passadas de cabos (enfilamento) no sistema LMI. Antes de operar o guindaste, ajustar a informação do número de passadas cabos no display para ser a mesma da configuração presente. Pressionar a tecla numérica "2" que corresponde à configuração Reev na interface de configuração de função para acessar a interface de enfilamento. O método operacional para configurar o enfilamento nessa interface é o mesmo utilizado na configuração OM.
	Configuração dos limites inferiores e superiores - a função do sistema LMI para limitação ângulo da lança avisa ao operador para ter extrema cautela sob condições perigosas: edificações, pontes, linhas de alta-tensão. Esta função de limitação é somente de avido de uso, mas sem função de controle. Ângulo limite superior: erguer a lança até a posição de segurança máxima e apertar o botão correspondente na interface principal para configurar o ângulo da lança presente na área indicando H mostrada no display da interface principal como o ângulo limite superior. Quando este valor for excedido, a luz indicadora de PARE se acenderá e enviará um sinal sonoro audível para avisar ao operador de ter extremo cuidado na operação. Ângulo limite inferior abaixar a lança até a posição de segurança mínima e apertar o botão correspondente na interface principal para configurar o ângulo da lança presente na área indicando I do display da interface principal como o ângulo limite inferior. Quando o ângulo for menor do que este limite a luz indicadora de PARE se acenderá e enviará um sinal sonoro audível para avisar ao operador de ter extremo cuidado na operação.
	Luzes indicadoras A2B - uma luz vermelha de aviso acenderá assim que se abrir o contato do interruptor de limitação anti-duplo-bloqueio (A2B), indicando que uma condição de duplo bloqueio está se aproximando. No mesmo instante um alarme sonoro tocará. Os seguintes movimentos do guindaste serão subsequentemente paralisados: erguer o moitão, abrir a lança, abaixar a lança. De modo a evitar qualquer lesão a pessoas ou dano ao guindaste, o sistema A2B deve ser verificado antes da operação do guindaste, seguindo o procedimento abaixo: a) levantar manualmente o peso preso aos interruptores anti duplo bloqueio, o alrme sonoro tocará e aluz de alarme de anti duplo bloqueio se acenderá; b) Levantar lentamente o gancho ou abaixar a lança ou estender a lança para criar uma condição potencial de duplo bloqueio, quando o gancho levantar o peso, o alarme sonoro tocará, a luz de alarme anti duplo bloqueio se acenderá e os movimentos do guindaste tais como içar, abaixar a lança, extensão serão interrompidos; c) Se a luz e o alarme sonoro não funcionarem como descrito e os movimentos do guindaste não fores interrompidos, o sistema não está funcionando adequadamente.

	Luzes indicadoras Pré-aviso - a luz de pré-aviso amarela do momento de carga se acenderá quando a carga do guindaste atingir a zona de pré-aviso definida (90% - 100% da capacidade nominal, indicando que uma condição de sobrecarga está se aproximando. Isto significa que o operador deverá continuar a operação do guindaste com extrema cautela.
	Luzes indicadoras alarme de sobrecarga - a luz vermelha de aviso se acenderá quando a carga do guindaste atingir a capacidade de sobrecarga definida de 100% da capacidade nominal e a buzina enviará um som audível. A luz se acenderá quando o sistema tiver uma situação de erro e a operação de içar o gancho, extensão da lança e abaixamento da lança será interrompida. Esse status será cancelado juntamente com o depósito do peso ou erguimento da lança
	Função by-pass - O sistema LMI possui uma função de desligamento (by-pass), contudo a operação em direção a uma direção perigosa não é permitida quando da sobrecarga, limite anti-duplo bloqueio ou erro de sistema aparecer (alarmando ao mesmo tempo). Devido a esse dispositivo de desligamento ser um sistema interativo, no caso de algum erro este pode causar um grande perigo. O sistema LMI não pode julgar se uma operação é ou não segura por si só. As funções "operação em direção perigosa não permitida", "somente operação em direção segura é permitida "são realizadas com a cooperação do sistema eletrônico do guindaste.
	Dispositivo de liberação de sobrecarga: a tecla S20 do joystick esquerdo, um interruptor de liberação de sobrecarga (S20) é instalado no sistema. Utilizar esse interruptor cuidadosamente quando o guindaste estiver sobrecarregado. A CPU do LMI é um dispositivo importante de segurança, portanto jamais prosseguir com operações não permitidas com este dispositivo desligado (tal como estender a lança com uma carga levantada).
Tempo	Início mais cedo/mais tarde e Fim mais cedo/mais cedo da atividade de movimentação de carga de acordo com o cronograma de mobilização dos recursos; acontece após a partida e antes do içamento da carga pelo guindaste.

Quadro 8.2-17: Operações elementares

Nome da FUNÇÃO	**Operações elementares**
Descrição	Processo de aderência à sequência de atividades conforme manual de operação do fabricante do guindaste. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	O plano de rigging foi emitido
Output:	Operações elementares realizadas: A lança telescópica foi aberta/retraída; A mesa do guindaste girou para esquerda/direita; A lança do guindaste se elevou/abaixou; As patolas foram abertas/fechadas; O guincho foi avançado/rebobinado
Precondição:	Verificações prévias do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Manual do fabricante do guindaste
	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
Controle	Procedimento de segurança na movimentação na movimentação de carga com guindastes
	A APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
Tempo	Ocorre durante toda a atividade de movimentação de carga

Quadro 8.2-18: Girando a mesa

Nome da FUNÇÃO	**Girando a mesa**
Descrição	Processo de movimento radial da mesa do guindaste. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	A partida foi dada
	O plano de rigging foi emitido
Output:	A mesa do guindaste girou
Precondição:	Destravar o dispositivo de travamento da mesa giratória antes de iniciar o giro
	Operação de controle do giro (mão esquerda): antes da operação de giro, primeiramente destravar a trava mecânica da mesa de giro e acionar o interruptor de liberação do freio de giro.
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Verificações prévias do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
Controle:	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ou via rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
	Operação de controle do giro (mão esquerda): Mover a manete de controle para a direita, a mesa girará para a direita; movendo-a para a esquerda a mesa girará para a esquerda.
	A todo instante conhecer o raio de ação da carga
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
Tempo	Ocorre durante a atividade de movimentação de carga para realizar os movimentos de rotação da carga em direção a seu destino final.

Quadro 8.2-19: Guinchando

Nome da FUNÇÃO	**Guinchando**
Descrição	Processo de acionamento do guincho para elevação ou abaixamento do moitão. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
	O plano de rigging foi emitido
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
Output:	O guincho foi acionado (avançado/rebobinado)
Precondição:	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Verificações prévias do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
Controle:	Operar o joystick (manete) do controle principal do guincho (mão direita): empurrar para frente o controle direito, o bloco do gancho se abaixará, puxe para trás, o bloco do gancho se elevará. A velocidade de elevação e de descida do guincho são controladas pelo joystick da mão esquerda e pelo acelerador.
	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
Tempo:	Ocorre durante a atividade de movimentação de carga para realizar os movimentos de elevação vertical da carga à partir do solo.

Quadro 8.2-20: Levantando ou abaixando a lança

Nome da FUNÇÃO	**Levantando ou abaixando a lança**
Descrição	Processo de movimentação vertical da lança do guindaste. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	O plano de rigging foi emitido
Output:	A lança do guindaste foi levantada/abaixada
Precondição:	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	Operação da manete de controle de elevação da lança: antes de começar a operação de içamento, posicionar o botão seletor de telescopagem/ elevação para Elevação.
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Verificações prévias do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
Controle	Operação da manete de controle de elevação da lança: Mover a manete de controle de elevação para a direita, a lança abaixará; movê-la para a esquerda, a lança levantará. A velocidade de elevação é controlada pela manete de controle e pelo acelerador.
	Certificar-se que o cabo de içamento de carga esteja sempre vertical; Manter a carga diretamente abaixo do corpo do guindaste o tempo todo
	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
Tempo	Ocorre durante a atividade de movimentação de carga para realizar os movimentos de elevação vertical da carga à partir do solo.

Quadro 8.2-21: Abrindo ou fechando a lança

Nome da FUNÇÃO	**Abrindo ou fechando a lança**
Descrição	Processo de telescopagem da lança em extensão ou em retração. A ser realizado pelo operador do guindaste.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	O plano de rigging foi emitido
Output:	A lança telescópica foi aberta/fechada
Precondição:	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Verificações prévias do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
Controle:	Operação do controle de abertura (joystick direito): com o botão de seleção de abertura/elevação no painel de controle ou no joystick apertado, mover a manete de controle para a esquerda, a lança se abrirá; mova-a para a direita a lança se retrairá. A velocidade é controlada pela manete de controle e pelo acelerador.
	Isolar o raio de movimentação do contrapeso
	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
Tempo:	Ocorre durante a atividade de movimentação de carga para realizar os movimentos de translação da carga à partir do solo.

Quadro 8.2-22: Patolamento

Nome da FUNÇÃO	**Patolamento**
Descrição	Processo de assentamento do guindaste para a estabilização de mesmo. A ser realizado pelo operador e auxiliar de movimentação de carga.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	O plano de rigging foi emitido
Output:	O guindaste foi patolado
Precondição:	Proceder a configuração do guindaste sobre solo nivelado e compactado.
	Operação dos estabilizadores: sacar os pinos de travamento das vigas dos estabilizadores antes de estendê-los; Antes de começar a operação do guindaste, certificar-se que as alavancas estão na posição neutro.
	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Verificações prévias do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Entender idioma inglês ou chinês
Recurso:	Dormentes de madeira
	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
Controle:	Operação dos estabilizadores: nivelar o guindaste utilizando dormentes de madeira adaptados às condições do solo; manter os pneus elevados em relação ao solo; Certificar-se que as sapatas estão em completo contato com o solo e que não há risco de afundamento. Existem duas configurações possíveis de abertura das sapatas (meia e completa), proceder à operação observando a tabela de carga com a classificação correspondente; travar os estabilizadores com os pinos de travamento das vigas; jamais estender a patola dianteira antes de estender as vigas e patolas laterais. O circuito de extensão ou circuito das patolas são selecionados através das alavancas. Retornar as alavancas para a posição neutro imediatamente após terminada a operação. As vigas dos estabilizadores ou as patolas serão estendidas quando a alavanca de controle de extensão e patola número 1 for movida
	Posicionar as alavancas 3, 4, 5 e 6 para a posição Extensão, a empurre a alavanca de seleção # 1 para a posição neutro, as 4 vigas de extensão se estenderão em sincronia. Posicionar as alavancas 3, 4, 5 e 6 para a posição Patola, a empurre a alavanca de seleção # 1 para a posição neutro, as 4 patolas da extensão se estenderão em sincronia. Depois de tirar os pneu do solo, retornar todas as alavancas para a posição neutro Quando utilizar a patola dianteira, posicionar a alavanca 2 para Patola e empurre a alavanca de controle número 1 para Extensão, a patola dianteira se estenderá, e após deve-se retornar todas as alavancas para a posição neutro.
	Jamais operar o guindaste antes de ter estendido no local os estabilizadores
	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
	Procedimento de segurança na movimentação na movimentação de carga com guindastes
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
Tempo:	Ocorre antes da atividade de movimentação de carga para realizar as operações elementares.

Quadro 8.2-23: Movimentando a carga

Nome da FUNÇÃO	**Movimentando a carga**
Descrição	Processo de mudança de posição da carga de seu ponto inicial até o seu destino. A ser realizado pelo operador.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A partida foi dada
	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	O plano de rigging foi emitido
	Operações elementares realizadas: A lança telescópica foi aberta/retraída; A mesa do guindaste girou para esquerda/direita; A lança do guindaste se elevou/abaixou; As patolas foram abertas/fechadas; O guincho foi avançado/rebobinado
Output:	A movimentação da carga foi concluída
Precondição:	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.
	Operador de guindaste com experiência de 5 anos em plantas industriais
	Entender idioma inglês ou chinês
	O guindaste foi patolado
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
	Rigger/Auxiliar de movimentação de carga
Controle	Procedimento de movimentação de carga com guindaste
	Procedimento de segurança na movimentação de carga com guindastes
	A APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada
	A movimentação da carga foi supervisionada
	A movimentação foi sinalizada
	Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
Tempo	Ocorre durante toda a atividade de movimentação de carga

Quadro 8.2-24: Supervisionando

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**
Descrição	Processo tático de controle da liderança local sobre a execução da manobra de movimentação de carga conforme o planejamento. Realizado pelo supervisor de movimentação de carga.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	O cronograma associado a EAP emitido.
Output:	A movimentação da carga foi supervisionada
Precondição:	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem emitidos
Recurso:	Guindaste móvel de 70 ton e seus acessórios
	Manual do fabricante do guindaste
	Rigger/Auxiliar de movimentação de carga
	Rádio transmissor para coordenação da tarefa
Controle:	O plano de rigging emitido
	A APR para a manobra de movimentação de carga elaborada
	Procedimento de movimentação de cargas utilizando guindastes
	Procedimento de segurança na movimentação na movimentação de carga com guindastes
	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
	A preparação da manobra de movimentação de carga finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	Operações elementares realizadas: A lança telescópica foi aberta/retraída; A mesa do guindaste girou para esquerda/direita; A lança do guindaste se elevou/abaixou; As patolas foram abertas/fechadas; O guincho foi avançado/rebobinado
Tempo:	Ocorre durante toda a atividade de movimentação de carga

Quadro 8.2-25: Sinalizando

Nome da FUNÇÃO	**Sinalizando**
Descrição	Processo operacional de auxílio ao direcionamento da carga desde o ponto inicial até o seu destino por meio de sinais (comunicação visual) ou por meio de rádio transmissores (comunicação sonora). Realizado pelo rigger ou sinaleiro.
Aspecto	**Descrição do aspecto**
Input:	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	A partida foi dada
Output:	A movimentação foi sinalizada
Precondição:	A preparação da manobra de movimentação de carga finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)
	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)
Recurso:	Procedimento de segurança na movimentação na movimentação de carga com guindastes
Controle:	Procedimento de movimentação de cargas utilizando guindastes
	O plano de rigging emitido
	A APR para a manobra de movimentação de carga elaborada
	Operações elementares realizadas: A lança telescópica foi aberta/retraída; A mesa do guindaste girou para esquerda/direita; A lança do guindaste se elevou/abaixou; As patolas foram abertas/fechadas; O guincho foi avançado/rebobinado
Tempo:	Ocorre durante toda a atividade de movimentação de carga

8.3 Anexo C – Funções de primeiro plano (*foreground*) e funções de segundo plano (*background*)

8.3.1 Funções de primeiro plano (*foreground*)

8.3.1.1 Conduzir o guindaste

8.3.1.2 Montagem do guindaste

8.3.1.3 Realizar inspeção de pré-uso

1. Inspeção diária de componentes (que possuírem relação direta com a segurança do guindaste) que em situação normal podem alterar-se com o uso no dia a dia.
2. Se possível verificar o freio para a carga, levantando a carga do solo por alguns centímetros para ter certeza que a máquina é apropriada para o manejo do peso.
3. Verificar o funcionamento de todo mecanismo operacional (polias, carretéis de enrolamento, freios, mecanismos de travamento, gancho, suporte de giro do gancho, chaves limites, dispositivos de segurança, cilindros hidráulicos, válvulas de retenção, instrumentos e luzes).
4. Verificação para confirmar o funcionamento da patola.
5. Inspeção e teste do sistema de freios e embreagem para correção de ajuste e operação.
6. Estender e retrair os cilindros suavemente e manter a pressão.
7. Verificar se o contrapeso está devidamente seguro para a operação.
8. Verificar se o gancho gira livremente e se a trava do cabo funciona livremente.
9. Testar todos os controles para assegurar que as funções a que eles se destinam estão corretas.
10. Opere os freios contra força de funcionamento do motor para se certificar que o sistema funciona adequadamente.
11. Testar o controle de velocidade do motor.
12. Verificar se a embreagem está destravada (posição neutra da caixa de mudanças de marcha) ou se a força de arranque possa ser controlada.
13. Ter certeza de que os fechos e travas de segurança dos ganchos do guindaste estão em boas condições e estão sendo usados corretamente.

14. Verificar o funcionamento do carretel de enrolamento de cabos (de acordo com as recomendações do fabricante).
15. Certificar-se que o volante da direção está funcionando (à direita e à esquerda) e que não haja nenhuma vibração ou ruído anormal que possam indicar desgaste e mau funcionamento).
16. Verificar a pressão de ar comprimido contra a presença de vazamentos do sistema.
17. Não mover abruptamente a alavanca de controle do guincho. Antes de operar confirmar que o freio do guincho está funcionando.
18. Destravar o dispositivo de travamento da mesa giratória antes de iniciar o giro.
19. Ligar o LMI e seguir fluxograma de operações/ verificações do dispositivo : *Self test*; OM; *Reev*; Comprimento; Raio; Ângulos limites máx e min; operar o guindaste.
20. Para prevenir o carregamento lateral quando estiver operando o guincho apertar a tecla S17 para ativar a função de escorregamento livre (*sliding*). Após a carga sair do chão desaperte o botão S17.

8.3.1.4 Planejamento da tarefa

21. Verificar se a carga está devidamente equipada conforme seu peso (amarração e centro de gravidade) e o local onde esta será colocada.
22. Determinar o número de passadas de cabo necessárias para o içamento e sua adequação (Apesar de especificado no plano de *rigging*).
23. Conferir a tabela de carga e tabela de acessórios para assegurar que o guindaste tem capacidade suficiente para o içamento com segurança e com a devida folga de segurança.
24. Selecionar a melhor lança e configuração do guindaste para a operação e condições de içamento, assumindo responsabilidade pela montagem e ajustes do guindaste de forma correta.
25. Seguir as recomendações do fabricante para cargas máximas permitidas e comprimentos máximos de lança permitidos (Lembrar que o peso do gancho, moitão, pêndulos estropos e outros dispositivos de manuseio de carga são considerados parte da carga).

8.3.1.5 Operação do Guindaste

26. Certificar-se que o guindaste esteja nivelado, pois cargas laterais são transmitidas para a lança.
27. Dar a partida no guindaste: com o freio de mão puxado e a alavanca de transmissão em neutro, inserir a chave no interruptor de partida e virá-la no sentido horário até a posição I para ligar a fonte de energia. Apertar o pedal do acelerador até ¼ de seu curso e girar a chave para a posição II e em seguida o motor dará partida.
28. Verificação da leitura de todos os medidores logo após o funcionamento do motor do equipamento.
29. O pré-aquecimento do motor deve ser executado após a partida e em marcha lenta. Somente ao atingir 60 °C o motor pode rodar. Usar o motor após a partida sem pré-aquecimento resultará em sério desgaste e reduzirá a vida útil do motor.
30. Acionamento da PTO: com as alavancas de controle da superestrutura e chassis em neutro, apertar a embreagem até o final com uma pressão acima de 0,45Mpa e puxar o interruptor PTO. Após, soltar o pedal lentamente.
31. Operação dos estabilizadores (*outriggers*): sacar os pinos de travamento das vigas dos estabilizadores antes de estender os estabilizadores; nivelar o guindaste utilizando dormentes de madeira adaptados às condições do solo; manter os pneus elevados em relação ao solo; proceder a configuração do guindaste sobre solo nivelado e compactado. Certificar-se que as sapatas estão em completo contato com o solo e que não há risco de afundamento. Existem duas configurações possíveis de abertura das sapatas (meia e completa), proceder à operação observando a tabela de carga com a classificação correspondente; jamais operar o guindaste antes de ter estendido no local os estabilizadores; travar os estabilizadores com os pinos de travamento das vigas; jamais estender a patola dianteira antes de estender as vigas e patolas laterais.
32. O circuito de extensão ou circuito das patolas são selecionados através das alavancas. Retornar as alavancas para a posição neutro imediatamente após terminada a operação. Antes de começar a operação do guindaste, certificar-se que as alavancas estão na posição neutro. As vigas dos estabilizadores ou

as patolas serão estendidas quando a alavanca de controle de extensão e patola número 1 for movida.

33. Posicionar as alavancas 3, 4, 5 e 6 para a posição Extensão, a empurre a alavanca de seleção # 1 para a posição neutro, as 4 vigas de extensão se estenderão em sincronia.
34. Posicionar as alavancas 3, 4, 5 e 6 para a posição Patola, a empurre a alavanca de seleção # 1 para a posição neutro, as 4 patolas da extensão se estenderão em sincronia.
35. Depois de tirar os pneus do solo, retornar todas as alavancas para a posição neutro.
36. Quando utilizar a patola dianteira, posicionar a alavanca 2 para Patola e empurre a alavanca de controle número 1 para Extensão, a patola dianteira se estenderá, e após deve-se retornar todas as alavancas para a posição neutro.
37. Operar o *joystick* (manete) do controle principal do guincho (mão direita): empurrar para frente o controle direito, o bloco do gancho se abaixará, puxe para trás, o bloco do gancho se elevará. A velocidade de elevação e de descida do guincho é controlada pelo *joystick* da mão esquerda e pelo acelerador.
38. Operação do controle de abertura (*joystick* direito): com o botão de seleção de abertura/elevação no painel de controle ou no *joystick* apertado, mover a manete de controle para a esquerda, a lança se abrirá; mova-a para a direita a lança se retrairá. A velocidade é controlada pela manete de controle e pelo acelerador.
39. Operação da manete de controle de elevação da lança: antes de começar a operação de içamento, posicionar o botão seletor de telescopagem/ elevação para Elevação. Mover a manete de controle de elevação para a direita, a lança abaixará; movê-la para a esquerda, a lança levantará. A velocidade de elevação é controlada pela manete de controle e pelo acelerador.
40. Operação de controle do giro (mão esquerda): antes da operação de giro, primeiramente destravar a trava mecânica da mesa de giro e acionar o interruptor de liberação do freio de giro. Mover a manete de controle para a direita, a mesa girará para a direita; movendo-a para a esquerda a mesa girará para a esquerda.

41. A todo instante conhecer o raio de ação da carga

8.3.1.6 Segurança da tarefa

42. Isolar o raio de movimentação do contrapeso.
43. Certificar-se que o cabo de içamento de carga esteja sempre vertical.
44. Manter a carga diretamente abaixo do corpo do guindaste o tempo todo.
45. Manter a comunicação visual com o sinaleiro ouvia rádio com pessoa designada pelo supervisor da operação.
46. Manter contato contínuo visual ou vocal com um sinalizador qualificado.
47. Elevar a carga somente na direção vertical. Evitar o carregamento lateral ou arraste de cargas no solo.

8.3.2 Funções secundárias (*background*)

8.3.2.1 Realizar inspeção de pré-uso

1. Inspeção contínua dos controles e dispositivos de segurança do guindaste (diária).
2. Inspeção visual prévia do local de trabalho.
3. Inspeção inicial de entrega.
4. Inspeção visual de todo componente do equipamento que é mais exigido diretamente no levantamento, balanço e abaixamento da carga.
5. Assegurar que a máquina está adequadamente lubrificada.
6. Inspeção mensal e arquivo do seu registro.
7. Inspeção dos componentes usados para levantar e baixar a lança.
8. Assegurar que o reservatório de combustível, o líquido arrefecedor, o óleo lubrificante, o óleo hidráulico estão nos níveis adequados.
9. Assegurar que a máquina está limpa e as superfícies e locais de trânsito estão isentas de óleos e graxas.
10. Drenar a água do reservatório de ar comprimido.
11. Inspeção visual todo cabo, polia, carretéis de enrolamento, cabo de sustentação, acessórios (manilha, estropo, etc.)
12. Inspecionar se o gancho possui deformações e trincas.
13. Inspeção visual da lança ou jib para verificar se existe algum empenamento ou torção ou evidência de danos físicos.
14. Verificar se a pintura possui fissuras e escamamento.

15. Verificar se os sistemas hidráulicos e de ar comprimido estão em perfeito estado de conservação (se não estão se deteriorando).
16. Verificação visual de todas as mangueiras do sistema hidráulico (principalmente as que sofrem flexão durante a operação).
17. Apertar todos os plugues e tampas de abastecimento de todos os sistemas.
18. Inspeção das condições dos pneus de rodagem (pressão de ar, cortes, rachaduras, fissuras, trincas, boleamento).
19. Verificar que a trava da roda está apertada.
20. Verificar se existe mau contato nos componentes elétricos e se estes possuem sinais visíveis de excessiva deterioração, sujeira, umidade.

8.3.2.2 Planejamento da tarefa

21. Verificar se o local de operação está corretamente preparado e seguro para a operação do guindaste.
22. Verificar condições meteorológicas e tráfego.
23. Usar codificação de carga para controlar cargas o tempo todo.
24. Avaliar as condições do solo e do subsolo (*underground*) para verificação da estabilidade do guindaste e da possibilidade de danificar instalações subterrâneas.
25. Operar o guindaste conforme instruções do manual do fabricante do equipamento.
26. Ler e entender as instruções do fabricante do equipamento contidas no manual de instruções.
27. Considerar todos os fatores que podem reduzir a capacidade de carga do guindaste e ajustar o peso da carga adequadamente.
28. Conhecer o local de armazenamento dos planos de *rigging*.
29. A documentação enviada pelo projetista (*rigger*) constando de:
    a. determinação e cálculo do peso real da carga líquida;
    b. determinação ou cálculo da posição do centro de gravidade da carga;
    c. projeto, dimensionamento e apresentação de desenhos com detalhes das amarrações, com lista de acessórios e eslingas;
    d. seleção do guindaste mais apropriado ao serviço;
    e. planejamento da configuração do guindaste: lança, raio, contrapeso, sapatas, moitão, passadas de cabo e definição da estratégia de

levantamento e movimentação de carga, do início até a montagem final e apresentar a operação das etapas em desenhos técnicos.

8.3.2.3 Segurança na operação do guindaste

30. Armazenar ferramentas, latas de óleo em uma caixa de ferramentas. Não deixar nada solto na cabine.
31. Manter a trajetória livre por meio de isolamentos/ barreiras.
32. Seguir as instruções do fabricante para entrar e sair da cabine. A única alternativa aceitável é usar uma escada fixa reta fixada ao guindaste.
33. Uma corda longa atada na carga é recomendada para controlá-la.
34. Informar por escrito, através de relatório de inspeção, sobre qualquer problema com a máquina, e isto deve ficar registrado no livro de manutenção do equipamento

8.4 Anexo D – Variabilidade potencial e atual - soluções simples e elaborada

8.4.1 SOLUÇÕES SIMPLES

Tabela 8.4-1: Variabilidade do Output da função <Emitindo documentos com detalhamento de Engenharia aprovados para montagem> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem foram emitidos	**Muito tarde: Possível, atrasos são comuns**. É o caso das revisões de projeto.
		Impreciso: Provável, referindo-se a condições gerais. Os projetos de engenharia são revisados em função de interferências observadas nas maquetes eletrônicas ou alterações de locação de equipamentos ou bases assim como podem existir alterações na posição de linhas de tubulação e estruturas metálicas por mudança nas premissas de cálculo ou hipóteses construtivas.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem	Os documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem foram emitidos	**No prazo: Provável.** Na instanciação do modelo em questão não houve atraso na emissão dos projetos de engenharia.
		Aceitável: Possível. Na instanciação do modelo em questão os projetos de engenharia encontravam-se na revisão mais atual.

Nome da FUNÇÃO	Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em contrato

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Emitindo o Cronograma segundo a EAP - Estrutura Analítica do Projeto	O cronograma associado a EAP foi emitido.	**No prazo: Provável**. A EAP é o documento que define os *deliverables* do projeto. O cronograma do projeto baseia-se na EAP. Eventualmente podem ocorrer alterações na EAP em função de atrasos de entregas por parte do Suprimento ou condições ambientais da região ou ainda devido a movimentos sociais que impliquem na revisão do cronograma.
		Aceitável: Possível. Existem revisões, mas essas são em menor quantidade e consoantes com o andamento do projeto. A curva de avanço físico (curva S) é alterada de acordo com essa nova realidade.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Emitindo o Cronograma segundo a EAP - Estrutura Analítica do Projeto	O cronograma associado a EAP foi emitido.	**No prazo: Provável**. Na instanciação do modelo em questão não houve atraso entregas por parte do Suprimento ou condições ambientais da região ou ainda devido a movimentos sociais que implicassem na revisão do cronograma.
		Aceitável: Possível. Na instanciação do modelo em questão o cronograma encontrava-se atualizado.

Tabela 8.4-2: Variabilidade do Output da função <Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em contrato> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	Posicionamento da carga sobre a base ou suporte

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Posicionamento da carga sobre a base ou suporte	A carga foi posicionada sobre a base ou suporte.	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se da parte final e normal da manobra de içamento que, quando os demais pré requisitos são satisfeitos ocorre naturalmente.
		Aceitável: Típico. No recebimento da carga sobre uma base ou um suporte encontram-se as equipes das disciplinas de montagem que procedem aos ajustes finos.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Posicionamento da carga sobre a base ou suporte	A carga foi posicionada sobre a base ou suporte.	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento tendo ocorrido antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo não foi atingido.

Tabela 8.4-3: Variabilidade do Output da função <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	Travamento da carga

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Travamento da carga	A carga foi travada (aparafusada, soldada ou cunhada)	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se da parte final e normal da manobra de içamento que, quando os demais pré requisitos são satisfeitos ocorre naturalmente.
		Aceitável: Típico. Após o recebimento da carga sobre uma base ou um suporte encontram-se as equipes das disciplinas de montagem que procedem aos ajustes finos.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Travamento da carga	A carga foi travada (aparafusada, soldada ou cunhada)	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento ocorreu antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo não foi atingido.

Tabela 8.4-4: Variabilidade do Output da função <Travamento da carga> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte	A carga foi nivelada, aprumada ou alinhada	**Muito tarde: Possível, mais provável do que muito cedo.** Trata-se da parte final e normal da manobra de içamento, não é incomum um atraso decorrente da necessidade de realizar o nivelamento com esmero.
		Aceitável: Típico. Após o recebimento da carga sobre uma base ou um suporte encontram-se as equipes das disciplinas de montagem, topografia e de qualidade que procedem aos ajustes finos.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte	A carga foi nivelada, aprumada ou alinhada	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento ocorreu antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo não foi atingido.

Tabela 8.4-5: Variabilidade do Output da função <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Soltando a carga**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Soltando a carga	A carga foi solta	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se do final normal da manobra de içamento que, quando os demais pré requisitos são satisfeitos ocorre naturalmente.
		Aceitável: Típico. Finalizada a manobra de colocação e ajuste da carga sobre uma base ou um suporte a equipe de movimentação de carga procede a sua desconexão.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Soltando a carga	A carga foi solta	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento ocorreu antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo não foi atingido.

Tabela 8.4-6: Variabilidade do Output da função <Soltando a carga> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Liberando o guindaste**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Liberando o guindaste	O guindaste foi liberado para desmobilização	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se do final normal da manobra de içamento que, quando os demais pré requisitos são satisfeitos ocorre naturalmente.
		Aceitável: Típico. Finalizada a manobra de separação entre o gancho e a carga a equipe de movimentação de carga procede ao seu retorno às configurações iniciais.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Liberando o guindaste	O guindaste foi liberado para desmobilização	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento ocorreu antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo não foi atingido.

Tabela 8.4-7: Variabilidade do Output da função <Liberando o guindaste> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Desmobilizando o guindaste**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Desmobilizando o guindaste	O guindaste foi desmobilizado	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se da retirada do guindaste do local e de sua eventual disponibilização para outra frente de serviço ou encerramento de sua locação quando a manobra transcorre como inicialmente previsto.
		Aceitável: Típico. Finalizada a manobra de retorno às condições iniciais o operador procede a retirada do equipamento da frente de serviço.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Desmobilizando o guindaste	O guindaste foi desmobilizado	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento ocorreu antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo não foi atingido.

Tabela 8.4-8: Variabilidade do Output da função <Desmobilizando o guindaste> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando o plano de rigging**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Elaborando o plano de rigging	O plano de rigging foi emitido	**Muito tarde: Possível, mais provável do que muito cedo.** Embora em algumas ocasiões o plano de rigging possa estar pronto antes do início da manobra (e isso até desejável), o mais comum é ser confeccionado em paralelo com a necessidade da manobra devido à limitada disponibilidade dos participantes; o que gera atrasos
		Aceitável: Possível. Em princípio o plano de rigging atende às configurações específicas da movimentação, mas é um documento que pode ser modificado face à uma eventual alteração de última hora. No caso de profundas alterações o plano é geralmente refeito.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Elaborando o plano de rigging	O plano de rigging foi emitido	**Não realizado: Possível.** Na instanciação correspondente ao tombamento não foi verificado a existência do plano de rigging correspondente a manobra.
		Impreciso: Provável, referindo-se a condições gerais. Existe uma prática usual no meio da construção, baseada em observações meramente empíricas, de que um içamento menor do que 5 ton não requer a elaboração de um plano de rigging. Obviamente não somente deveria-se considerar o peso, mas também o entorno, o tipo de içamento (se crítico ou normal) e os demais preparitivos necessários. As razões devem-se às pressões da produção por redução de prazos e eficiência em detrimento da precisão.Para tais manobras operadores fazem uso de heurísticas simples (estimativa de peso de carga como único critério) como forma de se adaptar às condições de trabalho

Tabela 8.4-9: Variabilidade do Output da função <Elaborando o plano de rigging> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	A APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Antes da realização de qualquer movimentação de carga constitui um pré-requisito a emissão do documento de avaliação preliminar de riscos _APR. O documento precisa estar de posse do operador no início da manobra.
		Aceitável: Típico. A análise de riscos em geral é desenvolvida para uma gama de operações de movimentação de carga, e portanto contempla as situações comuns do dia à dia, mas pode sob certas condições necessitar ser feita especificamente para alguma manobra.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	A APR para a manobra de movimentação de carga foi elaborada	**Não realizado : Possível, em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, como não se tratava de alguma manobra excepcional, exsitia uma APR que contemplava movimentações de carga básicas correspondente à um içamento normal à disposição do operador. Porém apesar do peso da carga ser desproporcionalmente pequeno face a capacidade de carga do guindaste, o tipo de configuração do guindaste necessário para a realização da manobra por sobre uma estrura metálica caracterizava um içamento crítico. Contudo, apesar de não ter sido feita uma APR específica, nesse tipo de documento genérico consta a necessidade de estender totalmente as patolas.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a situação apesar de aparentemente trivial devido ao peso a ser içado constituía um içamento crítico em função da configuração necessária do equipamento para alcançar o alto da estrutura metálica. A heurística do operador não contribuiu para uma adequada avaliação por parte do operador. Uma APR específica era mandatória para a realização da manobra segundo os procedimentos da empresa.

Tabela 8.4-10: Variabilidade do Output da função <Elaborando a análise preliminar de riscos – APR> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Aplicando procedimentos de segurança**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Aplicando procedimentos de segurança	O procedimento de segurança na movimentação de carga com guindastes foi aplicado	**No prazo: Provável.** As rotinas de segurança impoem a aplicação do procedimento de segurança e seus respectivos anexos para toda e qualquer manobra de movimentação de carga, e isto antes de seu início
		Aceitável: Possível. Trata-se de uma tarefa rotineira; a sequência de aplicação do procedimento de segurança não difere do usual e geralmente é efetuada dentro do esperado.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Aplicando procedimentos de segurança	O procedimento de segurança na movimentação de carga com guindastes foi aplicado	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, não foi seguido o procedimento de segurança, pois os envolvidos não seguiram as etapas dentro do prazo estipulado.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombament, o procedimento de segurança foi ignorado pelos envolvidos na manobra, pois estes não viam necessidade de sua aplicação; face a sua interpretação do peso desproporcionalmente pequeno face a capacidade de carga do equipamento.

Tabela 8.4-11: Variabilidade do Output da função <Aplicando procedimentos de segurança> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Disponibilizando a carga**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Disponibilizando a carga	A carga foi disponibilizada para a manobra	**Muito tarde: Possível, mais provável do que muito cedo.** Em princípio quando a solicitação é feita ao operador para movimentar uma carga, esta já foi devidamente preparada pela equipe de almoxarifado/logística. Porém muitas vezes o processo é concluído somente um pouco antes do início da manobra.
		Aceitável: Possível. Habitualmente a carga está adequada para a manobra de içamento, porém o operador tem a faculdade de solicitar uma nova amarração que ele entenda ser mais adequada.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Disponibilizando a carga	A carga foi disponibilizada para a manobra	**Muito cedo: Improvável.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga se encontrava segregada desde o final do turno diurno, aguardando um intervalo entre as operações para ser guindada.
		Aceitável: Possível. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga disponibilizada era constituída por um rolo de cabos elétricos pesando aproximadamente 60 kg, contudo a sua trajetória, por sobre uma estrutura metálica existente não foi estudado. Trata-se de uma prática comum em canteiros de obra de aproveitar um momento livre de um equipamento de grande porte para auxiliar na movimentação de uma carga menor.

Tabela 8.4-12: Variabilidade do Output da função <Disponibilizando a carga> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Preparando o içamento**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Preparando o içamento	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)	**Muito tarde: Possível, atrasos são comuns.** Até o último momento as condições do entorno podem variar devido a interferências ou mudanças nas condições climáticas que venham a afetar a preparação do solo. A amarração da carga pode ser objeto de uma alteração mediante solicitação do operador do guindaste.
		Aceitável: Possível. Em condições normais trata-se de um evento rotineiro, parte integrante de uma manobra do dia à dia, pois existem diversas equipes que trabalham em função da preparação das condições adequadas para a manobra.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Preparando o içamento	A preparação da manobra de movimentação de carga foi finalizada (amarração da carga e adequação do entorno)	**Muito cedo: Improvável.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga consistia de alguns cabos elétricos em forma de rolos que não foram especialmente preparados para uma manobra de içamento, mas que já se encontravam no local aguardando uma janela para seu içamento.
		Aceitável: Possível. Na instanciação correspondente ao tombamento, não havia nada de anormal em sua configuração prévia. A carga estava devidamente preparada pela parte interessada para o içamento.

Tabela 8.4-13: Variabilidade do Output da função <Preparando o içamento> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Verificando o guindaste e seus acessórios**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Verificando o guindaste e acessórios	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** É um pré-requisito normal à operação do guindaste estabelecer a rotina de verificações *(checklist)* logo antes do início da manobra.
		Aceitável: Típico. Constitui o *modus operandi* do operador de qualquer equipamento de grande porte, trata-se de uma manobra repetida várias vezes durante cada mobilização de equipamento ao longo do dia.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Verificando o guindaste e acessórios	Verificações prévias a operação do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)	**Não realizado: Possível, em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, o operador não realizou todas as verificações usuais como de praxe no momento anterior a iniciar a movimentação.
		Impreciso: Possível, provável. Ocorre que durante a rotina de verificações dos componentes do guindaste necessários a sua adequada operação existe uma necessidade de se estender hiraulicamente as patolas, inclusive para dar estabilidade ao equipamento durante os testes. E isto não foi feito na instanciação correspondente ao tombamento.

Tabela 8.4-14: Variabilidade do Output da função <Verificando guindaste e acessórios> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Dando a partida	A partida foi dada	**No prazo: Normal, esperado**. Normalmente constitui o início da sequência de movimentação. Sem esta etapa o equipamento permanece desligado.
		Preciso: Normal, esperado. A sequência de partida segue o disposto no manual do fabricante do equipamento com a sequência pré-estabelecida.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Dando a partida	A partida foi dada	**No prazo: Normal, esperado.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a sequência de partida deu-se no tempo adequado quando foi solicitada a manobra.
		Preciso: Normal, esperado. Na instanciação correspondente ao tombamento, os passos foram compatíveis com as etapas de posta em marcha indicadas no manual do fabricante do equipamento.

Tabela 8.4-15: Variabilidade do Output da função <Dando a partida> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Operações específicas conforme manual do LMI	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** O lançamento de dados no LMI é a operação *standard* inicial que permite a configuração da sequência da manobra.
		Aceitável: Típico. Constitui requisito fundamental para a configuração do guindaste inserir os dados no dispositivo LMI em função da configuração proposta para a manobra. Qualquer lançamento incorreto pode ser facilmente corrigido através da interface gráfica.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Operações específicas conforme manual do LMI	Operações específicas de configuração conforme manual de instruções do fabricante do equipamento LMI foram efetuadas.	**Muito tarde: Possível, mais provável do que muito cedo.** Na instanciação correspondente ao tombamento, o lançamento de dados no LMI não ocorreu conforme o disposto no maual do fabricante, pois se foi feito pulou a etapa de configuração segundo a abertura de patola existente.
		Impreciso: Possível, provável. No painel do LMI aparecem duas configurações possíveis de abertura das patolas, semi-aberta e totalmente estendidas; pois em função destas configurações de apoio o plano de rigging define os parâmetros para o içamento. Como não havia nenhum dado para lançar no LMI face a não haver plano de rigging emitido para a manobra, os valores podem ter sido inseridos com base na experiência pessoal e heurísticas do operador. O detalhe da posição das patolas foi desconsiderado na configuração do LMI na instanciação correspondente ao tombamento. O LMI prevê um recurso de by-pass que recorrentemente é utilizado pelos operadores quando estes não compreendem os significados dos alarmes.

Tabela 8.4-16: Variabilidade do Output da função <Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (load moment indicator)> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Operações elementares**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Operações elementares	Operações elementares realizadas: A lança telescópica foi aberta/retraída; A mesa do guindaste girou para esquerda/direita; A lança do guindaste se elevou/abaixou; As patolas foram abertas/fechadas; O guincho foi avançado/rebobinado	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** As operações básicas são inerentes a sequência de manobra pretendida.
		Aceitável: Típico. Com o lançamento de dados no LMI, parte das movimentações iniciais é automatizada. A parte que depende do operador segue a sequência de manobras necessárias para a movimentação de carga segundo combinação de movimentos sequências e paralelos.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Operações elementares	Operações elementares realizadas: A lança telescópica foi aberta/retraída; A mesa do guindaste girou para esquerda/direita; A lança do guindaste se elevou/abaixou; As patolas foram abertas/fechadas; O guincho foi avançado/rebobinado	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, as operações elementares transcorreram no prazo esperado, salvo a operação de abertura das patolas que não chegou a ser efetuada. Como observação complementar, não houve passagem de turno, e o guindaste que ali se encontrava patolado teve que recolher os estabilizadores anteriormente para permitir a passagem pelo local de outro equipamento no final do turno diurno.
		Impreciso: Possível, provável. Dentre a sequência prevista de operações elementares, o patolamento é parte integrante. O operador, na instanciação correspondente ao tombamento, assumiu implicitamente que o equipamento que ali estava localizado se encontrava com as patolas devidamente abertas. O relato do operador aponta que o mesmo verificou a patola dianteira e deu início normalmente a manobra de posicionamento da lança do equipamento sobre a carga.

Tabela 8.4-17: Variabilidade do Output da função <Operações elementares> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Girando a mesa**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Girando a mesa	A mesa do guindaste girou	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se de um dos componentes do guindaste que permite as manobras de rotação do equipamento para auxiliar no posicionamento ideal para a manobra. Executada pontualmente quando necessário.
		Aceitável: Típico. A manobra de utilização da mesa e a sequência de comandos associada está explicitada no manual de operação do equipamento

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Girando a mesa	A mesa do guindaste girou	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** A operação de giro da mesa seguiu conforme sequência prevista na instanciação correspondente ao tombamento.
		Aceitável: Típico. Os comandos necessários para o giro da mesa foram realizados conforme o disposto no manual de operação do equipamento na instanciação correspondente ao tombamento.

Tabela 8.4-18: Variabilidade do Output da função <Girando a mesa> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	Guinchando

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Guinchando	O guincho foi acionado	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se de um dos componentes do guindaste que permite as manobras verticais do içamento para auxiliar no posicionamento ideal para a manobra. Executada pontualmente quando necessário.
		Aceitável: Típico. A manobra de utilização do guincho e sua sequência de comandos está explicitada no manual de operação do equipamento

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Guinchando	O guincho foi acionado	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** A operação de acionamento do guincho seguiu conforme sequência prevista na instanciação correspondente ao tombamento.
		Aceitável: Típico. Os comandos necessários para o acionamento do guincho foram conforme o disposto no manual de operação do equipamento na instanciação correspondente ao tombamento.

Tabela 8.4-19 Variabilidade do Output da função <Guinchando> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Levantando ou abaixando a lança**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Levantando ou abaixando a lança	A lança do guindaste foi levantada/abaixada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se de um dos componentes do guindaste que permite as manobras verticais do içamento para auxiliar no posicionamento ideal para a manobra. Executada pontualmente quando necessário.
		Aceitável: Típico. A manobra de elevação/abaixamento da lança e sua sequência de comandos está explicitada no manual de operação do equipamento.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Levantando ou abaixando a lança	A lança do guindaste foi levantada/abaixada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** A operação de elevação da lança seguiu conforme sequência prevista na instanciação correspondente ao tombamento.
		Aceitável: Típico. Os comandos necessários para a elevação da lança foram realizados conforme o disposto no manual de operação do equipamento na instanciação correspondente ao tombamento.

Tabela 8.4-20: Variabilidade do Output da função <Levantando ou abaixando a lança> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Abrindo ou fechando a lança**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Abrindo ou fechando a lança	A lança telescópica foi aberta/fechada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se de um dos componentes do guindaste que permite as manobras de translação da lança do equipamento para auxiliar no posicionamento ideal para a manobra. Executada pontualmente quando necessário.
		Aceitável: Típico. A manobra de abertura/fechamento da lança e sua sequência de comandos está explicitada no manual de operação do equipamento.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Abrindo ou fechando a lança	A lança telescópica foi aberta/fechada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** A operação de abertura da lança seguiu conforme sequência prevista na instanciação correspondente ao tombamento.
		Aceitável: Típico. Os comandos necessários para a abertura da lança foram realizados conforme o disposto no manual de operação do equipamento na instanciação correspondente ao tombamento.

Tabela 8.4-21: Variabilidade do Output da função <Abrindo ou fechando a lança> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Patolamento**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Patolamento	O guindaste foi patolado	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Trata-se de um dos componentes do guindaste que permite a estabilização do equipamento para auxiliar no equilíbrio ideal para a manobra. Executada impreterivelmente logo no início de uma operação de movimentação de carga e permanece nesta configuração ativa até o final da manobra.
		Aceitável: Típico. A abertura das patolas é ditada pelas necessidades estabelecidas no plano de rigging e procedimento de movimentação de carga assim como pelas características do modelo do equipamento segundo o seu fabricante.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Patolamento	O guindaste foi patolado	**Não realizado: Possível em um menor grau.** As patolas longitudinais esquerdas estavam recolhidas, não chegaram a ser acionadas na instanciação correspondente ao tombamento.
		Impreciso: Possível, provável. Somente um par de estabilizadores laterais estava totalmente estendido na instanciação correspondente ao tombamento. Complementarmente operador informou ter verificado a patola dianteira (quinto estabilizador).

Tabela 8.4-22: Variabilidade do Output da função <Patolamento> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	Movimentando a carga

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Movimentando a carga	A movimentação da carga foi concluída	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Salvo alguma interferência ou imprevisto relacionado às condições climatológicas ocorre dentro do tempo previsto.
		Aceitável: Típico. Trata-se do objetivo buscado pela manobra de içamento, através das operações elementares mover uma carga de um ponto para outro. Em princípio ocorre como planejado.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Movimentando a carga	A movimentação da carga foi concluída	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste, o tombamento tendo ocorrido antes.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a carga não chegou a ser conectada ao guindaste e portanto, o objetivo final não foi portanto atingido.

Tabela 8.4-23: Variabilidade do Output da função <Movimentando a carga> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Supervisionando	A movimentação da carga foi supervisionada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Todas manobras de movimentação de carga requerem *in loco* a presença de um Supervisor responsável por uma equipe de movimentação de carga.
		Aceitável: Típico. O resultado esperado é a condução de uma manobra de movimentação de carga padrão, contando com a experiência e conhecimento da supervisão.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Supervisionando	A movimentação da carga foi supervisionada	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, no momento da operação de movimentação de carga, a supervisão não se encontrava no local.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a movimentação não ocorreu segundo o prescrito pelos procedimentos, APR e manuais de operação do guindaste.

Tabela 8.4-24: Variabilidade do Output da função <Supervisionando> em termos de Tempo e Precisão

Nome da FUNÇÃO	**Sinalizando**

VARIABILIDADE POTENCIAL REFERENTE AO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Sinalizando	A movimentação foi sinalizada	**No prazo: Possível, deveria ser típico.** Todas manobras de movimentação de carga requerem *in loco* a presença de um auxiliar de movimentação de carga (sinaleiro/rigger) responsável por orientar por sinais manuais ou através de rádio o ajuste fino da manobra.
		Aceitável: Típico. O resultado esperado é o auxílio a condução de uma manobra de movimentação de carga padrão.

VARIABILIDADE ATUAL ESPERADA REFERENTE A UMA INSTANCIAÇÃO DO MODELO		
Função	Output	Variabilidade do Output
Sinalizando	A movimentação foi sinalizada	**Não realizado: Possível em um menor grau.** Na instanciação correspondente ao tombamento, no momento da operação de movimentação de carga, o apoio dado pelo auxiliar de movimentação de carga não se fez presente.
		Impreciso: Possível, provável. Na instanciação correspondente ao tombamento, a movimentação não ocorreu segundo o prescrito pelos procedimentos de segurança e de içamento e pela APR .

Tabela 8.4-25: Variabilidade do Output da função <Sinalizando> em termos de Tempo e Precisão

8.4.2 SOLUÇÕES ELABORADAS

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

Variabilidade da função <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR> em termos de:	Descrição/exemplo
Tempo / duração	**Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido).** Na instanciação correspondente ao tombamento, não foi elaborada APR específica para essa manobra que apesar de trivial continha elementos que segundo o procedimento da empresa vigente requeriam sua confecção.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Para a confecção de uma APR, as partes interessadas devem contribuir com suas apreciações. A decisão de realizar a operaçao recaiu unicamente no operador.

Tabela 8.4-26: Variabilidade do Output da função <Elaborando a análise preliminar de riscos – APR> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	Aplicando procedimentos de segurança

Variabilidade da função <Aplicando procedimentos de segurança> em termos de:	Descrição/exemplo
Tempo / duração	**Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido).** Na instanciação correspondente ao tombamento, o procedimento de Segurança não foi seguido.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, no procedimento se faz referência explícita a abertuta total das patolas.

Tabela 8.4-27: Variabilidade do Output da função <Aplicando procedimentos de segurança> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	**Verificando o guindaste e seus acessórios**

Variabilidade da função <Verificando o guindaste e acessórios> em termos de:	**Descrição/exemplo**
Tempo / duração	**Muito cedo: uma função é completada muito cedo, executada mais rápido que o necessário ou parada antes do que deveria (output prematuro).** Na instanciação correspondente ao tombamento, a verificação da abertura das patolas não foi efetuada, mas era parte integrante da verificação do guindaste e acessórios.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, a verificação para confirmar o funcionamento da patola não foi realizada apesar de ser parte integrante da verificação do guindaste e acessórios.

Tabela 8.4-28: Variabilidade do Output da função <Verificando o guindaste e seus acessórios> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

Variabilidade da função <Dando a partida> em termos de:	**Descrição/exemplo**
Tempo / duração	**Muito cedo: uma função é completada muito cedo, executada mais rápido que o necessário ou parada antes do que deveria (output prematuro).** Durante a partida não se certificou que o guindaste estivesse nivelado para compensar a existência de cargas laterais que são transmitidas para a lança na instanciação correspondente ao tombamento.
Força / Distância /	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, quando o operador verifica que o guindaste está nivelado ele utiliza um nível de bolha que é diretamente relacionado a utilização das patolas e dos dormentes de apoio.

Tabela 8.4-29: Variabilidade do Output da função <Dando a partida> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)

Variabilidade da função <Operações específicas conforme manual do LMI> em termos de:	Descrição/exemplo
Tempo / duração	**Muito cedo: uma função é completada muito cedo, executada mais rápido que o necessário ou parada antes do que deveria (output prematuro).** Na instanciação correspondente ao tombamento, ao inserir os dados de configuraçãodo equipamento no LMI, o operador não observou no display o ícone correspondente a situação dos estabilizadores para a operação (meia aberta, totalmente estendida).
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	**O output é um objeto errado, ou aponta para um objeto errado. O objeto aponta para um objeto vizinho (proximidade), um objeto similar ou um objeto não relacionado.** Na instanciação correspondente ao tombamento, o operador em seu relato relata de ter verificado a patola dianteira, mas não verificou as patolas transversais.
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Salto: uma parte da sequência é pulada (em qualquer direção). O LMI possui um dispositivo de by-pass que os operadores usualmente acionam quando não interpretam o significado dos diversos tipos de alarmes do equipamento.

Tabela 8.4-30: Variabilidade do Output da função <Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (load moment indicator)> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	**Operações elementares**

Variabilidade da função <Operações elementares> em termos de:	**Descrição/exemplo**
Tempo / duração	**Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido).** Na instanciação correspondente ao tombamento, as operações básicas não puderam ser concluídas porque o guindaste tombou.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	**O output é um objeto errado, ou aponta para um objeto errado. O objeto aponta para um objeto vizinho (proximidade), um objeto similar ou um objeto não relacionado.** Na instanciação correspondente ao tombamento, o operador em seu relato relata de ter verificado a patola dianteira, mas não verificou as patolas transversais.
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, a parte do patolamento não foi concluída e comprometeu a realização da manobra.

Tabela 8.4-31: Variabilidade do Output da função <Operações elementares> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

Variabilidade da função <Patolamento> em termos de:	Descrição/exemplo
Tempo / duração	**Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido).** Na instanciação correspondente ao tombamento, as patolas tranversais não foram acionadas.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	**O output é um objeto errado, ou aponta para um objeto errado. O objeto aponta para um objeto vizinho (proximidade), um objeto similar ou um objeto não relacionado.** Na instanciação correspondente ao tombamento, o operador em seu relato relata de ter verificado a patola dianteira, mas não verificou as patolas transversais.
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, a maioria das etapas necessárias à abertura das diferentes patolas não foram seguidas. O operador pode ter acreditado que as patolas estavam abertas, visto que os estabilizadores estavam totalmente estendidos em um dos lados. Se tal foi o caso, dependendendo do ângulo no qual ele entrou no guindaste seu campo visual pode não ter sido suficientemente amplo para perceber que nem todos os estabilizadores estavam estendidos.O que leva a crer que o operador de fato assumiu sua configuração como existente.

Tabela 8.4-32: Variabilidade do Output da função <Patolamento> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**

Variabilidade da função <Supervisionando> em termos de:	**Descrição/exemplo**
Tempo / duração	**Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido).** Na instanciação correspondente ao tombamento, a movimentação se iniciou sem a presença da supervisão.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, a Supervisão estava ausente do local e não acompanhou a movimentação.

Tabela 8.4-33: Variabilidade do Output da função <Supervisionando> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

Variabilidade da função <Sinalizando> em termos de:	Descrição/exemplo
Tempo / duração	Omissão: a função não se completa (dentro do intervalo permitido). Na instanciação correspondente ao tombamento, a movimentação se iniciou sem a presença do auxiliar de movimentação de carga (sinaleiro/rigger), pois este havia ido ao vestiário buscar seus equipamentos de proteção.
Força / Distância / Direção	N/A
Objeto errado	N/A
Sequência	Outputs que incluem uma sequência de objetos, de movimento, ou de mudanças (de estado), podem variar nas seguintes maneiras:
	Omissão: uma parte da sequência está faltando. Na instanciação correspondente ao tombamento, o Sinaleiro/Rigger não acompanhava a manobra no local; a manobra e o controle do entorno recaíram portanto unicamente sob o operador.

Tabela 8.4-34: Variabilidade do Output da função <Sinalizando> em termos de Tempo/Duração; Força/Distância/Direção; Objeto Errado; Sequência

8.5 Anexo E – Variabilidade do *Output* à montante e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-1: Variabilidade do Output da função <Emitindo documentos de engenharia aprovados para montagem> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em contrato

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-2: Variabilidade do Output da função <Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em contrato> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Posicionamento da carga sobre a base ou suporte

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-3: Variabilidade do Output da função <Posicionamento da carga sobre base ou suporte> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Travamento da carga

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-4: Variabilidade do Output da função <Travamento da carga> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-5: Variabilidade do Output da função <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Soltando a carga

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-6: Variabilidade do Output da função <Soltando a carga> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Liberando o guindaste

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-7: Variabilidade do Output da função <Liberando o guindaste> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Desmobilizando o guindaste

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-8: Variabilidade do Output da função <Desmobilizando o guindaste> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Elaborando o plano de rigging

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-9: Variabilidade do Output da função <Elaborando o plano de rigging> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-10: Variabilidade do Output da função <Elaborando a análise preliminar de riscos - APR> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Aplicando procedimentos de segurança

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-11: Variabilidade do Output da função <Aplicando procedimentos de segurança> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Disponibilizando a carga

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-12: Variabilidade do Output da função <Disponibilizando a carga> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Preparando o içamento

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-13: Variabilidade do Output da função <Preparando o içamento> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Verificando o guindaste e seus acessórios

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-14: Variabilidade do Output da função <Verificando guindaste e acessórios> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Dando a partida

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	**Possível amortecimento**

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	**Possível amortecimento**

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	**Possível amortecimento**

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	**Possível amortecimento**

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	**Possível amortecimento**

Tabela 8.5-15: Variabilidade do Output da função <Dando a partida> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-16: Variabilidade do Output da função <Operações específicas para a configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (load moment indicator)> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Operações elementares

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-17: Variabilidade do Output da função <Operações elementares> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Girando a mesa

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-18: Variabilidade do Output da função <Girando a mesa> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Guinchando

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-19: Variabilidade do Output da função <Guinchando> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Levantando ou abaixando a lança

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-20: Variabilidade do Output da função <Levantando ou abaixando a lança> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Abrindo ou fechando a lança

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-21: Variabilidade do Output da função <Abrindo ou fechando a lança> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-22: Variabilidade do Output da função <Patolamento> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Movimentando a carga

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-23: Variabilidade do Output da função <Movimentando a carga> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Supervisionando

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	**Possível amortecimento**
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	**Sem efeito, possível amortecimento**
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-24: Variabilidade do Output da função <Supervisionando> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

Variabilidade do Output à montante para P		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.5-25: Variabilidade do Output da função <Sinalizando> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para o modelo

8.6 Anexo F – Variabilidade do *Output* à montante e efeitos sobre funções à jusante para a instanciação do modelo

Nome da FUNÇÃO	Elaborando o plano de rigging

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-1: Variabilidade do Output da função <Elaborando plano de rigging> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-2: Variabilidade do Output da função <Elaborando análise preliminar de riscos> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Aplicando procedimentos de segurança

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-3: Variabilidade do Output da função <Aplicando procedimento de segurança> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Disponibilizando a carga

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	**Muito cedo**	**Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada**
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	**Nenhuma mudança**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	**Muito cedo**	**Sem efeito**
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	**Muito cedo**	**Input de controle pode estar ausente**
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	**Muito cedo**	**Início antecipado, temporização incorreta**
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	**Muito cedo**	**Início prematuro; input possivelmente perdido**
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	**Sem efeito**
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-4: Variabilidade do Output da função <Disponibilizando a carga> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Preparando o içamento

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-5: Variabilidade do Output da função <Preparando o içamento> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Verificando o guindaste e seus acessórios

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-6: Variabilidade do Output da função <Verificando guindaste e acessórios> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Dando a partida

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-7: Variabilidade do Output da função <Dando a partida> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	**Possível perda de tempo**
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso**
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização**
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	**Função adiada, levando a atalhos**
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-8: Variabilidade do Output da função <Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Operações elementares

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-9: Variabilidade do Output da função <Operações elementares> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante	[V]
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada	
	No prazo	Possível amortecimento	
	Muito tarde	Possível perda de tempo	
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**	
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**	
	Aceitável	Nenhuma mudança	
	Preciso	Possível amortecimento	

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante	[V]
Temporização	Muito cedo	Sem efeito	
	No prazo	Possível amortecimento	
	Muito tarde	Possível perda de tempo	
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**	
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**	
	Aceitável	Sem efeito	
	Preciso	Possível amortecimento	

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante	[V]
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente	
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento	
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso	
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**	
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**	
	Aceitável	Sem efeito	
	Preciso	Possível amortecimento	

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante	[V]
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta	
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento	
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização	
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**	
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**	
	Aceitável	Sem efeito	
	Preciso	Possível amortecimento	

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante	[V]
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido	
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento	
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos	
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**	
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**	
	Aceitável	Sem efeito	
	Preciso	Possível amortecimento	

Tabela 8.6-10: Variabilidade do Output da função <Patolamento> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Supervisionando

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Improvisação aumentada; possível perda de tempo
Precisão	Impreciso	Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação
Precisão	Impreciso	Funcionamento inadequado ou reduzido
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	"Controle" substituto pode ser encontrado
Precisão	Impreciso	Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	Função de início ou parada imprecisa ou incorreta
Precisão	Impreciso	Aumento da variabilidade
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	Função não realizada ou severamente atrasada
Precisão	Impreciso	Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-11: Variabilidade do Output da função <Supervisionando> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

Variabilidade do Output à montante para P-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Improvisação aumentada; possível perda de tempo**
Precisão	**Impreciso**	**Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**
	Aceitável	Nenhuma mudança
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para R-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Sem efeito
	No prazo	Possível amortecimento
	Muito tarde	Possível perda de tempo
	Omissão	**Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação**
Precisão	**Impreciso**	**Funcionamento inadequado ou reduzido**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para C-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Input de controle pode estar ausente
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso
	Omissão	**"Controle" substituto pode ser encontrado**
Precisão	**Impreciso**	**Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para T-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início antecipado, temporização incorreta
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Atividade atrasada; conflitos de agenda; perda de sincronização
	Omissão	**Função de início ou parada imprecisa ou incorreta**
Precisão	**Impreciso**	**Aumento da variabilidade**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Variabilidade do Output à montante para I-INST		Possíveis efeitos sobre funções à jusante
Temporização	Muito cedo	Início prematuro; input possivelmente perdido
	No prazo	Sem efeito, possível amortecimento
	Muito tarde	Função adiada, levando a atalhos
	Omissão	**Função não realizada ou severamente atrasada**
Precisão	**Impreciso**	**Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos**
	Aceitável	Sem efeito
	Preciso	Possível amortecimento

Tabela 8.6-12: Variabilidade do Output da função <Sinalizando> à montante para Precondições, Recursos, Controle, Tempo e Input e efeitos sobre funções à jusante para a INSTANCIAÇÃO do modelo

8.7 Anexo G – Interconexões entre funções

Tabela 8.7-1: Interconexões possíveis para o Output da função <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem>

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Nome: **Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**	Nome: **Posicionamento da carga sobre a base ou suporte**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** Se a documentação não chegar como previsto a manobra pode atrasar. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Os documentos podem ter que ser interpretados para dirrimir dúvidas
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-1: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte>

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Nome: **Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**	Nome: **Elaborando o plano de rigging**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Muito tarde; Função adiada, levando a atalhos.** O atraso na emissão dos documentos de engenharia leva a uma incompletude nos dados necessários à elaboração do plano de rigging. **Precisão: impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.** A elaboração do plano de rigging perde seu referencial se a última revisão dos documentos de engenharia não estiver disponível. São feitas hipóteses que podem não se confirmar mais adiante (pesos, locações, interferências).
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-2: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Elaborando o plano de rigging>

Nome da FUNÇÃO	Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Nome: **Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**	Nome: **Disponibilizando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Muito tarde. Controle padrão ou ad hoc pode ser utilizado em vez disso.** Pode acontecer a mobilização de recursos (equipamentos e mão de obra) que normalmente são empregados em situações similares uma vez que os dados necessários não se encontram disponíveis. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**. A ausência da documentação mais recente gera atrasos na confecção do plano de rigging e pressões da Produção podem levar a uma elaboração genérica que mais adiante se revelará inadequada.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-3: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Disponibilizando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Nome: **Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**	Nome: **Preparando o içamento**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo**. Se a documentação não chegar como previsto a manobra de preparação do içamento pode atrasar. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido**. Os documentos podem ter que ser interpretados para dirrimir dúvidas
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-4: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Preparando o içamento>

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Nome: **Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**	Nome: **Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** Se a documentação não chegar como previsto a manobra pode atrasar. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Os documentos podem ter que ser interpretados para dirrimir dúvidas
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-5: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR>

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Nome: **Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem**	Nome: **Aplicando procedimentos de segurança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Muito tarde; Função adiada, levando a atalhos.** A falta de atualização na documentação de Engenharia impede a aplicação adequada dos procedimentos de segurança associados a manobra de movimentação de carga. **Precisão: impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.** Novamente, sem informações confiáveis não há precisão, há sempre a probabilidade de retrabalhos devidos a divergênciana interpretação das informações.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-6: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Aplicando procedimentos de segurança>

Nome da FUNÇÃO	Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Nome: Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem	Nome: Supervisionando	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** Se a documentação não chegar como previsto a manobra pode atrasar. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Os documentos podem ter que ser interpretados para dirrimir dúvidas
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.1-7: Interconexão <Emitindo documentos com detalhamento de engenharia aprovados para montagem> com <Supervisionando>

Tabela 8.7-2: Interconexões possíveis para o Output da função <Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato>

Nome da FUNÇÃO	**Emitindo o cronograma segundo a EAP prevista em contrato**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato	Nome: **Elaborando o plano de rigging**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: No prazo. Possível amortecimento.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis o plano de rigging pode estar pronto quando a necessidade de seu uso for mandatória. **Precisão: Aceitável. Nenhuma mudança.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis o plano de rigging pode ser elaborado com detalhamento e profundidade requeridos.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.2-1: Interconexão <Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato> com <Elaborando o plano de rigging>

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato</td><td colspan="2">Nome: Disponibilizando a carga</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento. Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis a equipe de almoxarifado/logística pode ter um planejamento mais controlado visando a disponibilização da carga.
Precisão: Aceitável. Sem efeito. Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis não há variabilidade na entrega do que foi solicitado para a movimentação de carga.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.2-2: Interconexão <Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato> com <Disponibilizando a carga>

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato	Nome: **Verificando o guindaste e acessórios**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis a equipe de movimentação de carga pode ter um planejamento mais controlado visando a verificação do guindaste e de seus acessórios. **Precisão: Aceitável. Sem efeito.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis a verificação do guindaste e de seus acessórios segue o padrão de inspeção das listas de verificação para a movimentação de carga.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.2-3: Interconexão <Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato> com <Verificando o guindaste e acessórios>

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato	Nome: **Aplicando procedimentos de segurança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis a equipe de SMS tem o tempo necessário para cumprir com o disposto no procedimento de segurança na movimentação de carga visando a verificação dos assuntos relacionados ao guindaste e seus acessórios. A inspeção pode até mesmo ser antecipada. **Precisão: Aceitável. Sem efeito.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis a verificação da manobra de içamento de carga segue o prescrito no procedimento para a movimentação de carga e do anexo de inspeção de guindastes e acessórios.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.2-4: Interconexão <Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato> com <Aplicando procedimentos de segurança>

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis a Supervisão pode ter um planejamento mais controlado visando a acompanhar a manobra de içamento da carga. **Precisão: Aceitável. Sem efeito.** Quando todas as atividades do cronograma planejadas para serem realizadas no projeto estão disponíveis e são de conhecimento da Supervisão a movimentação de carga pode ser bem concebida.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.2-5: Interconexão <Emitindo o Cronograma segundo a EAP prevista em contrato> com <Supervisionando>

Tabela 8.7-3: Interconexões possíveis para o Output da função <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte>

Nome da FUNÇÃO	Posicionamento da carga sobre a base ou suporte

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Posicionamento da carga sobre a base ou suporte	Nome: **Travamento da carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: No prazo. Possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Nenhuma mudança.**
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.3-1: Interconexão <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte> com <Travamento da carga>

Nome da FUNÇÃO	Posicionamento da carga sobre a base ou suporte

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Posicionamento da carga sobre a base ou suporte	Nome: **Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: No prazo. Possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Nenhuma mudança.**
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.3-2: Interconexão <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte> com <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte>

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Tabela 8.7-4: Interconexões possíveis para o Output da função <Travamento da carga>

Nome da FUNÇÃO	**Travamento da carga**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Travamento da carga	Nome: **Soltando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Sem efeito.**
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.4-1: Interconexão <Travamento da carga> com <Soltando a carga>

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Tabela 8.7-5: Interconexões possíveis para o Output da função <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte>

Nome da FUNÇÃO	Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte	Nome: **Travamento da carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** **Precisão: Aceitável. Nenhuma mudança.**
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.5-1: Interconexão <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte> com <Travamento da carga>

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Tabela 8.7-6: Interconexões possíveis para o Output da função <Soltando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Soltando a carga**

<table>
<tr><td>O output (O) da função:</td><td colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Soltando a carga</td><td colspan="2">Nome: Liberando o guindaste</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.
Precisão: Aceitável. Sem efeito.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.6-1: Interconexão <Soltando a carga> com <Liberando o guindaste>

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Tabela 8.7-7: Interconexões possíveis para o Output da função <Liberando o guindaste>

Nome da FUNÇÃO	Liberando o guindaste

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Liberando o guindaste	Nome: **Desmobilizando o guindaste**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Sem efeito.**
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.7-1: Interconexão <Liberando o guindaste> com <Desmobilizando o guindaste>

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Tabela 8.7-8: Interconexões possíveis para o Output da função <Desmobilizando o guindaste>

Nome da FUNÇÃO	**Desmobilizando o guindaste**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Desmobilizando o guindaste	Nome:	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.8-1: Interconexão <Desmobilizando o guindaste>

A função <desmobilizando o guindaste> constitui um ponto natural de término da análise e define o limite do sistema sendo analisado.

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Tabela 8.7-9: Interconexões possíveis para o Output da função <Elaborando o plano de rigging>

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando o plano de rigging**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Elaborando o plano de rigging	Nome: **Preparando o içamento**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo.** A ausência do plano de rigging durante a preparação para o içamento impede a separação adequada dos acessórios de movimentação de carga. Ou a manobra atrasará ou ele será feita no improviso. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** O plano de rigging possui todas as informações à cerca do equipamento de guindar a ser utilizado e seus acessórios otimizados para a manobra em questão. Sua falta gera um mal-entendido de crer que içamento inferiores a 5 toneladas não requerem tal plano.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.9-1: Interconexão <Elaborando o plano de rigging> com <Preparando o içamento>

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando o plano de rigging**

<table>
<tr><td>O output (O) da função:</td><td colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Elaborando o plano de rigging</td><td colspan="2">Nome: Verificando o guindaste e acessórios</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: Omissão. Função não realizada ou severamente atrasada. Não possuir o plano de rigging pode inviabilizar as manobras, que podem não ser realizadas ou ter que esperar a presença de especialistas para ocorrer.
Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos. Sem plano de rigging as premissas ficam nebulosas e os valores quantitativos passam a ser grosseiramente estimados; a probabilidade de retrabalho devido a alguma inconsistência aumenta.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.9-2: Interconexão <Elaborando o plano de rigging> com <Verificando o guindaste e acessórios>

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando o plano de rigging**

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Elaborando o plano de rigging</td><td colspan="2">Nome: Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: Omissão. Função não realizada ou severamente atrasada. A ausência do plano de rigging durante a elaboração da APR limita o alcance das medidas de controle dos riscos, pois não se tem dados para sua redação. Sem APR e sem plano de rigging a manobra atrasará com certeza; tentar fazer sem esses dois instrumentos pode ser considerado uma improvisação temerária.
Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos. O plano de rigging possui todas as informações à cerca do equipamento de guindar a ser utilizado e seus acessórios otimizados para a manobra em questão. Sua ausência cria um mal-entendido de pensar que içamentos inferiores a 5 toneladas não requerem tal plano. Existem APR genéricas para movimentação de carga em geral, mas para içamentos críticos a perda de tempo e os mal entendidos são perigosos.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.9-3: Interconexão <Elaborando o plano de rigging> com <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR>

Nome da FUNÇÃO	Elaborando o plano de rigging

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Elaborando o plano de rigging	Nome: **Aplicando procedimentos de segurança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência do plano de rigging dá margem a criação de heurísticas por parte dos operadores e supervisores da Produção; em particular a máxima que para cargas de peso inferior a 5 ton o plano de rigging não é necessário. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** Sem plano de rigging não há como ser preciso, e por conseguinte um compromisso eficiência-precisão se instala (ETTO).
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.9-4: Interconexão <Elaborando o plano de rigging> com <Aplicando procedimentos de segurança>

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando o plano de rigging**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Elaborando o plano de rigging	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Omissão. Função não realizada ou severamente atrasada.** Não possuir o plano de rigging pode inviabilizar as manobras, que podem não ser realizadas ou ter que esperar a presença de especialistas para ocorrer. **Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.** Sem plano de rigging as premissas ficam nebulosas e os valores quantitativos passam a ser grosseiramente estimados; a movimentação não está amparada por dados concretos e ocorre por estimativas. A incerteza nas escolha de cintas, cabos e equipamentos é muito grande se não quantificada adequadamente.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.9-5: Interconexão <Elaborando o plano de rigging> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	Elaborando o plano de rigging

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Elaborando o plano de rigging	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência do plano de rigging dá margem a criação de heurísticas por parte dos operadores e supervisores da Produção; em particular a máxima que para cargas de peso inferior a 5 ton o plano de rigging não é necessário. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** Sem plano de rigging não há como ser preciso, e por conseguinte um compromisso eficiência-precisão se instala (ETTO).
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.9-6: Interconexão <Elaborando o plano de rigging> com <Supervisionando>

Tabela 8.7-10: Interconexões possíveis para o Output da função <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR>

Nome da FUNÇÃO	**Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	Nome: **Aplicando procedimentos de segurança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência de uma APR elaborada por grupo interdisciplinar cria espaço para heurísticas por parte dos operadores que pulam etapas por entenderem que nada pode mudar com relação ao que está escrito no procedimento de movimentação de carga ou se reportam a casos similares realizados anteriormente. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de uma APR que identifica preliminarmente os riscos associados a manobra de movimentação de carga provoca atrasos devido ao método tentativa e erro. Os operadores e Supervisão empregam heurísticas particulares para lidar com a situação, e desta forma simplificam em demasia o problema e interpretam superficialmente os critério de segurança.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.10-1: Interconexão <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR> com <Aplicando procedimentos de segurança>

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	Nome: **Operações elementares**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência de uma APR elaborada por grupo interdisciplinar cria espaço para heurísticas por parte dos operadores que pulam etapas por entenderem que nada pode mudar com relação ao que é usualmente praticado nas operações elementares, ou se reportam a casos similares realizados anteriormente. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de uma APR que identifica preliminarmente os riscos associados a manobra de movimentação de carga provoca atrasos devido ao método tentativa e erro. Os operadores e Supervisão empregam heurísticas particulares para lidar com a situação, e desta forma simplificam em demasia o problema e interpretam superficialmente pontos importantes contidos nas listas de verificação.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.10-2: Interconexão <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência de uma APR elaborada por grupo interdisciplinar cria espaço para heurísticas por parte dos operadores que pulam etapas por entenderem que nada pode mudar com relação ao que é normalmente praticado nas movimentações do dia à dia, ou se reportam a casos similares realizados anteriormente. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de uma APR que identifica preliminarmente os riscos associados a manobra de movimentação de carga provoca atrasos devido ao método tentativa e erro. Os operadores e Supervisão empregam heurísticas particulares para lidar com a situação, e desta forma simplificam em demasia o problema e interpretam superficialmente pontos intermediários importantes nas movimentações de carga.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.10-3: Interconexão <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência de uma APR elaborada por grupo interdisciplinar cria espaço para heurísticas por parte da Supervisão que ignora etapas por entender que nada pode mudar com relação ao que é normalmente praticado nas movimentações do dia à dia, ou se reportam a casos similares realizados anteriormente. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de uma APR que identifica preliminarmente os riscos associados a manobra de movimentação de carga provoca atrasos devido ao método tentativa e erro. A Supervisão emprega heurísticas particulares para lidar com a situação, e desta forma simplifica em demasia o problema e interpreta superficialmente pontos chave intermediários importantes nas manobras de movimentação de carga.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.10-4: Interconexão <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR> com <Supervisionando>

Nome da FUNÇÃO	Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR	Nome: **Sinalizando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A ausência de uma APR elaborada por grupo interdisciplinar cria espaço para heurísticas por parte dos Riggers que ignoram etapas por entender que nada pode mudar com relação ao que é normalmente praticado nas movimentações do dia à dia, ou se reportam a casos similares realizados anteriormente. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de uma APR que identifica preliminarmente os riscos associados a manobra de movimentação de carga provoca atrasos devido ao método tentativa e erro. Os riggers confiam em sua experiência e empregam heurísticas particulares para lidar com a situação, e desta forma simplificam em demasia o problema e interpretam superficialmente pontos chave intermediários importantes nas manobras de movimentação de carga.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.10-5: Interconexão <Elaborando a Análise Preliminar de Riscos - APR> com <Sinalizando>

Tabela 8.7-11: Interconexões possíveis para o Output da função < Aplicando procedimentos de segurança>

Nome da FUNÇÃO	**Aplicando procedimentos de segurança**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Aplicando procedimentos de segurança	Nome: **Operações elementares**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** O fato de não aplicar-se o procedimento de segurança deixa espaço para heurísticas peculiares, tal qual aquela que considera que qualquer içamento de carga com peso inferior a 5 ton não requer maiores cuidados. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** Ao não aplicar os procedimentos de segurança nas operações elementares envolvendo guindastes faz com que ocorram atrasos, e o princípio ETTO tem a oportunidade de se reforçar se existirem pressões da Produção. Em algumas oportunidades pode-se tirar alguma vantagem sendo mais eficiente do que preciso, mas em outras oportunidades desastres podem ocorrer.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.11-1: Interconexão <Aplicando procedimentos de segurança> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	**Aplicando procedimentos de segurança**

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Aplicando procedimentos de segurança</td><td colspan="2">Nome: Patolamento</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td></td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td>Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado. O fato de não aplicar-se o procedimento de segurança deixa espaço para heurísticas peculiares, tal como aquela que descarta uma verificação adicional da situação dos estabilizadores porque outrém já deve tê-la feito.
Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão. Ao não aplicar os procedimentos de segurança no patolamento do guindastes, atrasos podem ocorrer, porque dependendo da posição do equipamento o simples peso próprio da lança pode desestabilizar o conjunto.</td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.11-2: Interconexão <Aplicando procedimentos de segurança> com <Patolamento>

Nome da FUNÇÃO	Aplicando procedimentos de segurança

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Aplicando procedimentos de segurança	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** O fato de não aplicar-se o procedimento de segurança deixa espaço para heurísticas peculiares, tal como aquela que descarta uma verificação adicional da situação dos estabilizadores porque outrém já deve tê-la feito e desta forma precipita uma manobra de movimentação de carga sem o requerido respaldo. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** Ao não aplicar os procedimentos de segurança na movimentação de carga, atrasos podem ocorrer, porque o operador não terá como se recordar de todos os passos necessários em todas as situações.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.11-3: Interconexão <Aplicando procedimentos de segurança> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Aplicando procedimentos de segurança**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Aplicando procedimentos de segurança	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	**Temporização: Omissão. Substituição por abordagens alternativas, se possível; improvisação.** A não utilização de procedimentos de segurança na movimentação de carga por parte da Supervisão baseia-se na experiência acumulada por longos períodos a qual lideranças parecem se referir; o que dá margem a atividades fora do padrão. **Precisão: Impreciso. Funcionamento inadequado ou reduzido.** As heurísticas empregadas pela Supervisão quando esta abre mão de seguir os procedimentos de segurança na movimentação de guindastes provocam simplificações do quadro real e eventualmente limitam o espectro de atuação do sistema cognitivo conjunto.

Tabela 8.7.11-4: Interconexão <Aplicando procedimentos de segurança> com <Supervisionando>

Tabela 8.7-12: Interconexões possíveis para o Output da função <Disponibilizando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Disponibilizando a carga**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Disponibilizando a carga	Nome: **Preparando o içamento**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Muito cedo. Início prematuro; input possivelmente perdido.** Existem situações nas quais uma carga pode estar disponibilizada antes do normal e para a preparação de um içamento sito pode gerar uma anaomalia devido a falta de compartilhamento de objetivos e informações. **Precisão: Aceitável. Sem efeito.** O fato de uma carga ser disponibilizada antes da hora não implica em constrangimentos na preparação para um içamento.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.12-1: Interconexão <Disponibilizando a carga> com <Preparando o içamento>

Nome da FUNÇÃO	Disponibilizando a carga

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Disponibilizando a carga	Nome: **Dando a partida**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Muito cedo. Início prematuro; input possivelmente perdido.** Existem situações nas quais uma carga pode estar disponibilizada antes do usual e para a partida de um guindaste isto pode gerar uma perda de informações devido a falta de compartilhamento de objetivos e intenções. **Precisão: Aceitável. Sem efeito.** O fato de uma carga ser disponibilizada antes da hora não trás complicações na partida de um guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.12-2: Interconexão <Disponibilizando a carga> com <Dando a partida>

Tabela 8.7-13: Interconexões possíveis para o Output da função <Preparando o içamento>

Nome da FUNÇÃO	**Preparando o içamento**

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Preparando o içamento</td><td colspan="2">Nome: Verificações do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: Muito cedo. Início prematuro; input possivelmente perdido.
Na preparação da carga a ser içada a presença do operador somada à equipe de movimentação de carga e Supervisão é muito importante, pois é ele quem vai realizar a manobra e tem por obrigação verificar todos os componentes do guindaste e acessórios assim como conferir se a carga está preparada adequadamente. Essas informações foram perdidas, pois a carga já se encontrava separada aguardando a movimentação.
Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.
Uma das atividades da função <preparando o içamento> é conferir a tabela de carga para assegurar que o guindaste possui capacidade suficiente para realizar a manobra com segurança. E o valor indicado pela tabela de carga é diferente segundo os estabilizadores se encontram totalmente ou parcialmente estendidos. Como nem o supervisor, nem o auxiliar de movimentação de carga estavam presentes houve perda de precisão, e um possível mal entendido, pois não se verificou a patola.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.13-1: Interconexão <Preparando o içamento> com <Verificações do guindaste e acessórios efetuadas (itens mecânicos, dispositivos eletrônicos, hidráulicos e elétricos)>

Nome da FUNÇÃO	Preparando o içamento

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Preparando o içamento</td><td colspan="2">Nome: Dando a partida</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: Muito cedo. Início prematuro; input possivelmente perdido.
Na preparação da carga a ser içada a presença do operador é muito importante, pois é ele quem vai realizar a manobra e tem por obrigação conferir se a carga está preparada adequadamente. O início da atividade de partida foi prematuro, não tendo sido dado atenção à carga que iria ser movimentada, nem à configuração adequada do guindaste para oiçamento.
Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.
Para a partida um dos controles é certificar-se que o guindaste esteja nivelado, pois cargas laterais são transmitidas para a lança. Como nem o supervisor, nem o auxiliar de movimentação de carga estavam presentes houve perda de precisão, e um possível mal entendido, pois não se verificou a patola que auxilia diretamente no nivelamento do guindaste.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.13-2: Interconexão <Preparando o içamento> com <Dando a partida>

Nome da FUNÇÃO	Preparando o içamento

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Preparando o içamento</td><td colspan="2">Nome: Patolamento</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: Muito cedo. Início prematuro; input possivelmente perdido.
Na preparação da carga a ser içada a presença do operador é muito importante, pois é ele quem vai realizar a manobra e tem por obrigação verificar todos os componentes do guindaste e acessórios assim como conferir se a carga está preparada adequadamente. Essas informações foram perdidas, pois a carga já se encontrava separada aguardando a movimentação. Pode-se afirmar que o início foi prematuro, visto que o operador procedeu a inicialização do guindaste sem atentar para a situação dos estabilizadores.
Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.
Para o patolamento jamais deve-se operar o guindaste antes de ter estendido no local os estabilizadores. A operação dos estabilizadores consiste em nivelar o guindaste utilizando dormentes de madeira adaptados às condições do solo; manter os pneus elevados em relação ao solo. E certificar-se que as sapatas estão em completo contato com o solo e que não há risco de afundamento. Existem duas configurações possíveis de abertura das sapatas (meia e completa), e procede-se à operação observando a tabela de carga com a classificação correspondente. Travando os estabilizadores com os pinos de travamento das vigas. Com um detalhe, jamais estender a patola dianteira antes de estender as vigas e patolas laterais. O circuito de extensão ou circuito das patolas são selecionados através das alavancas. No caso do tombamento do guindaste houve um mal-entendido de pensar que as patolas estavam abertas e toda a sequência na qual houve perda de precisão dependeu deste fato.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.13-3: Interconexão <Preparando o içamento> com <Patolamento>

Nome da FUNÇÃO	Preparando o içamento

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Preparando o içamento	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Muito cedo. Início prematuro; input possivelmente perdido.** Na preparação da carga a ser içada a presença do operador é muito importante, pois é ele quem vai realizar a manobra de movimentação de carga e tem por obrigação verificar todos os componentes do guindaste e acessórios assim como conferir se a carga está preparada adequadamente. Essas informações foram perdidas, pois a carga já se encontrava separada aguardando a movimentação. Pode-se afirmar que o início foi prematuro, visto que o operador procedeu ao início da movimentação do guindaste sem finalizar as verificações necessárias. **Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.** A movimentação de carga pressupõe que o patolamento do guindaste tenha sido efetuado. Na preparação para o içamento perdeu-se uma oportunidade de verificar sua abertura. O mal-entendido que se seguiu foi imaginar a abertura das patolas como existente e proceder à movimentação de acordo.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.13-4: Interconexão <Preparando o içamento> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Preparando o içamento**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Preparando o içamento	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Muito cedo. Input de controle pode estar ausente. O** operador procedeu ao início da manobra sem esperar a presença da supervisão de movimentação de carga e uma das atribuições da Supervisão é justamente um input de controle sobre o processo de preparação do içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão**. Um caso clássico do princípio ETTO em ação. Fez-se uma opção por ser eficaz quando em retrospectiva era mais indicado ser preciso. A ausência da Supervisão no local para o início da movimentação foi em parte substituída pelo automatismo do operador que imaginou ser uma manobra trivial.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.13-5: Interconexão <Preparando o içamento> com <Supervisionando>

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Preparando o içamento	Nome: **Sinalizando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito cedo. Partida em falso; pré-condição pode não ter sido identificada.** A partida foi precipitada, o operador iniciou a manobra sem esperar o retorno do auxiliar de movimentação de carga. A falta de abertura das patolas era uma pré-condição que poderia ter sido mais facilmente evidenciada se o auxiliar estivesse presente no local. **Precisão: Impreciso: Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** A ausência de apoio de sinalização para a manobra contribuiu para o mal entendido de achar que os estabilizadores encontravam-se abertos quando na realidade somente um dos lados estava estendido.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.13-6: Interconexão <Preparando o içamento> com <Sinalizando>

Tabela 8.7-14: Interconexões possíveis para o Output da função <Verificando o guindaste e acessórios>

Nome da FUNÇÃO	**Verificando o guindaste e seus acessórios**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Verificando o guindaste e acessórios	Nome: **Aplicando procedimentos de segurança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Na instanciação do tombamento do guindaste houve omissão na aplicação dos procedimentos de segurança que não chegaram a ser seguidos no que tange à verificação das patolas. Essa omissão na verificação de um componente do binômio guindaste e acessórios poderia ter sido evidenciada se a aplicação do procedimento de segurança tivesse ocorrido. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (*trade-offs*) em precisão e exatidão.** O compromisso foi uma heurística do operador em assumir que não era necessário seguir o procedimento em função do tamanho da carga ser insignificante perto da capacidade de carga do guindaste. Nesse caso esta inferência não era sustentada pela redação do procedimento; na instanciação do tombamento do guindaste a configuração correspondia a um caso de içamento crítico previsto no procedimento de segurança.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.14-1: Interconexão <Verificando o guindaste e acessórios> com <Aplicando procedimentos de segurança>

Nome da FUNÇÃO	**Verificando o guindaste e seus acessórios**

<table>
<tr><td>O output (O) da função:</td><td colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Verificando o guindaste e acessórios</td><td colspan="2">Nome: Operações específicas conforme manual do LMI</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: Omissão. Função não realizada ou severamente atrasada. O display do equipamento LMI revela uma dupla possibilidade para as patolas: abertas totalmente ou parcialmente. Houve omissão da verificação deste componente no checklist do guindaste e acessórios.
Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos. O lançamento dos dados no equipamento LMI pressupões que as patolas estejam ou totalmente abertas ou pela metade. Houve um mal-entendido que resultou no lançamento de dsdos incompatível com a realidade da situação.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.14-2: Interconexão <Verificando o guindaste e acessórios> com <Operações específicas conforme manual do LMI>

Nome da FUNÇÃO	Verificando o guindaste e seus acessórios

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Verificando o guindaste e acessórios	Nome: **Operações elementares**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo.** Para a realização das operações elementares a omissão da verificação do componente patola do guindaste levou a uma decisão equivocada e consequente perda de tempo, pois na instanciação o guindaste tombou. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Para a realização das operações elementares partiu-se da premissa que as patolas encontravam-se abertas, esse mal-entendido foi determinante para o colapso do guindaste.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.14-3: Interconexão <Verificando o guindaste e acessórios> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	Verificando o guindaste e seus acessórios

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Verificando o guindaste e acessórios</td><td colspan="2">Nome: Movimentando a carga</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td></td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td>Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo. Para a realização da movimentação a omissão da verificação do componente patola do guindaste levou a uma decisão equivocada e consequente perda de tempo, pois na instanciação o guindaste tombou.
Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido. Para a realização da movimentação da carga parte-se da premissa que as patolas encontram-se abertas, esse mal-entendido foi determinante para o colapso do guindaste.</td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.14-4: Interconexão <Verificando o guindaste e acessórios> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Verificando o guindaste e seus acessórios**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Verificando o guindaste e acessórios	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Na instanciação do tombamento do guindaste houve omissão da presença da Supervisão para o acompanhamento das atividades. Essa ausência impossibilitou a participação de membros experientes da equipe na verificação de um componente do binômio guindaste e acessórios. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (*trade-offs*) em precisão e exatidão.** O compromisso foi uma heurística do operador em assumir que não era necessário seguir o procedimento em função do tamanho da carga ser insignificante perto da capacidade de carga do guindaste. Nesse caso esta inferência não era corroborada pela expertise da Supervisão; na instanciação do tombamento do guindaste a configuração correspondia a um caso de içamento crítico previsto no procedimento de segurança e que requeria a liberação por parte da Supervisão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.14-5: Interconexão <Verificando o guindaste e acessórios> com <Supervisionando>

Nome da FUNÇÃO	Verificando o guindaste e seus acessórios

<table>
<tr><th>O output (O) da função:</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Verificando o guindaste e acessórios</td><td colspan="2">Nome: Sinalizando</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td></td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td>Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo. Na sinalização da movimentação a omissão da verificação do componente patola do guindaste que levou a uma decisão equivocada e consequente a uma perda de tempo, pois na instanciação o guindaste tombou, poderia ter sido percebida.
Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido. Para uma manobra de movimentação da carga parte-se da premissa que as patolas encontram-se abertas, esse mal-entendido não captado pelos auxiliares de movimentação de carga foi determinante para o colapso do guindaste.</td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.14-6: Interconexão <Verificando o guindaste e acessórios> com <Sinalizando>

Tabela 8.7-15: Interconexões possíveis para o Output da função <Dando a partida>

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

O output (O) da função	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Dando a partida	Nome: **Operações específicas conforme manual do LMI**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu conforme apregoado pelo procedimento do equipamento LMI **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** As operações de inserção de dados no LMI pressupõem uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-1: Interconexão <Dando a partida> com <Operações específicas conforme manual do LMI>

Nome da FUNÇÃO	Dando a partida

O output (O) da função	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Dando a partida	Nome: Operações elementares	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu antes das operações elementares. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** As operações elementares pressupõem uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-2: Interconexão <Dando a partida> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

<table>
<tr><th>O output (O) da função</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Dando a partida</td><td colspan="2">Nome: Girando a mesa</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento. A sequência de partida ocorreu antes do giro da mesa do guindaste.
Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.
O giro da mesa do guindaste pressupõe uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.15-3: Interconexão <Dando a partida> com <Girando a mesa>

Nome da FUNÇÃO	Dando a partida

O output (O) da função	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Dando a partida	Nome: **Guinchando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu antes do acionamento do guincho. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** O acionamento do guincho do guindaste pressupõe uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-4: Interconexão <Dando a partida> com <Guinchando>

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

O output (O) da função	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Dando a partida	Nome: **Levantando ou abaixando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu antes da movimentação vertical da lança. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** A movimentação vertical da lança do guindaste pressupõe uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-5: Interconexão <Dando a partida> com <Levantando ou abaixando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

O output (O) da função	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Dando a partida	Nome: **Abrindo ou fechando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu antes da abertura/retração da lança. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** A telescopagem da lança do guindaste pressupõe uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-6: Interconexão <Dando a partida> com <Abrindo ou fechando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

O output (O) da função	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Dando a partida	Nome: **Patolamento**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu antes da abertura/retração dos estabilizadores. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** O patolamento do guindaste pressupõe que exista uma determinada configuração para as patolas em função do içamento, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-7: Interconexão <Dando a partida> com <Patolamento>

Nome da FUNÇÃO	Dando a partida

O output (O) da função	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Dando a partida	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** A sequência de partida ocorreu antes da movimentação da carga. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** A movimentação da carga pressupõe uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.15-8: Interconexão <Dando a partida> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Dando a partida**

<table>
<tr><th>O output (O) da função</th><th colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Dando a partida</td><td colspan="2">Nome: Sinalizando</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento. A sequência de partida ocorreu antes do início da sinalização da carga.
Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.
A sinalização da manobra de movimentação de carga pressupõe uma dada configuração das patolas, pois o guindaste deve estar nivelado durante a partida; o que de fato não ocorreu na instanciação do tombamento do guindaste.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.15-9: Interconexão <Dando a partida> com <Sinalizando>

Tabela 8.7-16: Interconexões possíveis para o Output da função <Operações específicas conforme manual do LMI>

Nome da FUNÇÃO	**Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Operações específicas conforme manual do LMI	Nome: **Operações elementares**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** A realização das operações elementares está condicionada a inserção dos dados no equipamento LMI. Como não houve abertura de patolas na configuração reconhecida pelo LMI pode-se dizer que a inserção dos dados ocorreu muito tarde. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve uma inferência quando se supôs que as patolas estivessem abertas.O equipamento permite um by-pass dos alarmes, o operador pode ter acionado esse recurso ao se deparar com um alarme que ele não assimilava o motivo.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.16-1: Interconexão <Operações específicas conforme manual do LMI> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	**Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Operações específicas conforme manual do LMI	Nome: **Levantando ou abaixando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** A operação da lança está condicionada a inserção dos dados no equipamento LMI. Como não houve abertura de patolas em uma configuração reconhecida pelo LMI pode-se dizer que a inserção dos dados ocorreu muito tarde. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve uma inferência quando se supôs que as patolas estivessem abertas. O equipamento LMI permite um *by-pass* dos alarmes, o operador pode ter acionado esse recurso ao se deparar com um alarme que ele não assimilava o motivo.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.16-2: Interconexão <Operações específicas conforme manual do LMI> com <Levantando ou abaixando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Operações específicas conforme manual do LMI	Nome: **Abrindo ou fechando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** A operação de abertura/fechamento lança está condicionada a inserção dos dados no equipamento LMI. Como não houve abertura de patolas em uma configuração reconhecida pelo LMI pode-se dizer que a inserção dos dados ocorreu muito tarde. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve uma inferência quando se supôs que as patolas estivessem abertas. O equipamento LMI permite um *by-pass* dos alarmes, o operador pode ter acionado esse recurso ao se deparar com um alarme que ele não assimilava o motivo.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.16-3: Interconexão <Operações específicas conforme manual do LMI> com <Abrindo ou fechando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Operações específicas conforme manual do LMI	Nome: **Guinchando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** A operação de acionamento do guincho está condicionada a inserção dos dados no equipamento LMI. Como não houve abertura de patolas em uma configuração reconhecida pelo LMI pode-se dizer que a inserção dos dados ocorreu muito tarde. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve uma inferência quando se supôs que as patolas estivessem abertas. O equipamento LMI permite um *by-pass* dos alarmes, o operador pode ter acionado esse recurso ao se deparar com um alarme que ele não assimilava o motivo.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.16-4: Interconexão <Operações específicas conforme manual do LMI> com <Guinchando>

Nome da FUNÇÃO	Operações específicas para configuração do guindaste conforme manual do dispositivo limitador de momento - LMI (*load moment indicator*)

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Operações específicas conforme manual do LMI	Nome: Patolamento	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Muito tarde. Possível perda de tempo.** A operação de acionamento dos estabilizadores está relacionada com a inserção dos dados no equipamento LMI. Como não houve abertura de patolas em uma configuração reconhecida pelo LMI pode-se dizer que a inserção dos dados ocorreu muito tarde. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve uma inferência quando se supôs que as patolas estivessem abertas. O equipamento LMI permite um *by-pass* dos alarmes, o operador pode ter acionado esse recurso ao se deparar com um alarme que ele não assimilava o motivo.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.16-5: Interconexão <Operações específicas conforme manual do LMI> com <Patolamento>

Tabela 8.7-17: Interconexões possíveis para o Output da função < Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	**Operações elementares**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Operações elementares	Nome: **Supervisionando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão."Controle" substituto pode ser encontrado.** A Supervisão está intimamente ligada às operações elementares. Quando esta não está presente um outro tipo de controle se instaura; o peso recai somente sobre o operador. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** O clássico princípio ETTO em ação, onde na falta de um especialista com mais experiência o operador estabelece um compromisso em precisão e eficácia.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.17-1: Interconexão <Operações elementares> com <Supervisionando>

Nome da FUNÇÃO	Operações elementares

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Operações elementares	Nome: **Sinalizando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A Sinalização está intimamente ligada às operações elementares. Quando esta não está presente um outro tipo de controle se instaura; o peso recai somente sobre o operador. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** O clássico princípio ETTO em ação, onde na falta de suporte para dividir a responsabilidade de tudo perceber o operador estabelece um compromisso em precisão e eficácia.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.17-2: Interconexão <Operações elementares> com <Sinalizando>

Tabela 8.7-18: Interconexões possíveis para o Output da função <Girando a mesa>

Nome da FUNÇÃO	**Girando a mesa**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Girando a mesa	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Sem efeito.**
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.18-1: Interconexão <Girando a mesa> com <Movimentando a carga>

Tabela 8.7-19:Interconexões possíveis para o Output da função <Guinchando>

Nome da FUNÇÃO	**Guinchando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Guinchando	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Sem efeito.**
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.19-1: Interconexão <Guinchando> com <Movimentando a carga>

Tabela 8.7-20: Interconexões possíveis para o Output da função <Levantando ou abaixando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Levantando ou abaixando a lança**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Levantando ou abaixando a lança	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Sem efeito.**
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.20-1: Interconexão <Levantando ou abaixando a lança> com <Movimentando a carga>

Tabela 8.7-21: Interconexões possíveis para o Output da função <Abrindo ou fechando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Abrindo ou fechando a lança**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Abrindo ou fechando a lança	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.** **Precisão: Aceitável. Sem efeito.**
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.21-1: Interconexão <Abrindo ou fechando a lança> com <Movimentando a carga>

Tabela 8.7-22: Interconexões possíveis para o Output da função <Patolamento>

Nome da FUNÇÃO	**Patolamento**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Patolamento	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	**Temporização: Omissão. Função não realizada ou severamente atrasada.** A função patolamento deve necessariamente ocorrer antes da movimentação da carga; é um caso de omissão, pois pode-se entender que esta não foi realizada ou está severamente atrasada tendo em vista que uma das laterais se encontrava com as patolas abertas. **Precisão: Impreciso. Perda de tempo, perda de precisão, mal-entendidos.** O mal entendido nesse caso foi pensar que o guindaste estava de fato patolado, quando somente um dos lados possuía os estabilizadores abertos.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-1: Interconexão <Patolamento> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Patolamento	Nome: **Supervisão**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Uma das atribuições da Supervisão é a verificação da estabilidade do guindaste para a realização da manobra. Como esta não estava presente, um "Controle"substituto pôde ser encontrado, à saber uma heurística particular do operador que entendeu que as condições eram suficientes para a manobra. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** Aplicação prática do princípio ETTO; o operador imaginou implicitamente que outra pessoa deveria já ter verificado as condições básicas de funcionamento do guindaste anteriormente. Houve um *trade-off* em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-2: Interconexão <Patolamento> com <Supervisão>

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Patolamento	Nome: Sinalizando	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Uma das atribuições da equipe de auxiliares de movimentação de carga responsável pel sinalização é a verificação da estabilidade do guindaste para a realização da manobra. Como esta não estava presente, um "Controle"substituto pôde ser encontrado, à saber uma heurística particular do operador que entendeu que as condições eram suficientes para a manobra. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** Aplicação prática do princípio ETTO; o operador imaginou implicitamente que outra pessoa, por exemplo alguém da equipe de auxiliares de movimentação de carga pudesse já ter verificado as condições básicas de funcionamento do guindaste anteriormente. Houve um *trade-off* em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-3: Interconexão <Patolamento> com <Sinalizando>

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Patolamento	Nome: **Levantando ou abaixando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo.** A função patolamento é um pré- requisito à operação de levantamento/abaixamento da lança; sua omissão resultou em um aumento do improviso e gerou uma perda de tempo. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve um mal-entendido de pensar que o patolamento estava feito, quando na verdade somente um dos lados do guindaste se encontrava estabilizado. Gerou-se uma perda de tempo, pois o guindaste tombou devido ao peso próprio da lança.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-4: Interconexão <Patolamento> com < Levantando ou abaixando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Patolamento**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Patolamento	Nome: **Abrindo ou fechando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo.** A função patolamento é um pré- requisito à operação de abertura/retração da lança; sua omissão resultou em um aumento do improviso e gerou uma perda de tempo. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve um mal-entendido de pensar que o patolamento estava feito, quando na verdade somente um dos lados do guindaste se encontrava estabilizado. Gerou-se uma perda de tempo, pois o guindaste tombou devido ao peso próprio da lança.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-5: Interconexão <Patolamento> com < Abrindo ou fechando a lança>

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Patolamento	Nome: **Guinchando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo.** A função patolamento é um pré- requisito à operação de acionamento/rebobinamento do guincho; sua omissão resultou em um aumento do improviso e gerou uma perda de tempo. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve um mal-entendido de pensar que o patolamento estava feito, quando na verdade somente um dos lados do guindaste se encontrava estabilizado. Gerou-se uma perda de tempo, pois o guindaste tombou devido ao peso próprio da lança.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-6: Interconexão <Patolamento> com < Guinchando>

Nome da FUNÇÃO	Patolamento

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Patolamento	Nome: **Girando a mesa**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: Omissão. Improvisação aumentada; possível perda de tempo.** A função patolamento é um pré- requisito à operação de giro da mesa; sua omissão resultou em um aumento do improviso e gerou uma perda de tempo. **Precisão: Impreciso. Possível perda de tempo (desambigüização); possível mal-entendido.** Houve um mal-entendido de pensar que o patolamento estava feito, quando na verdade somente um dos lados do guindaste se encontrava estabilizado. Gerou-se uma perda de tempo, pois o guindaste tombou devido ao peso próprio da lança.
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.22-7: Interconexão <Patolamento> com < Girando a mesa>

Tabela 8.7-23: Interconexões possíveis para o Output da função <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	**Movimentando a carga**

<table>
<tr><td>O output (O) da função:</td><td colspan="2">pode sob certas condições ser interconectado a função</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Movimentando a carga</td><td colspan="2">Nome: Posicionamento da carga sobre a base ou suporte</td></tr>
<tr><td colspan="2">como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):</td></tr>
<tr><td>Input (I)</td><td>Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento.
Precisão: Aceitável. Sem efeito.</td></tr>
<tr><td>Tempo (T)</td><td></td></tr>
<tr><td>Controle (C)</td><td></td></tr>
<tr><td>Precondição (P)</td><td></td></tr>
<tr><td>Recurso (R)</td><td></td></tr>
</table>

Tabela 8.7.23-1: Interconexão <Movimentando a carga> com <Posicionamento da carga sobre a base ou suporte>

COMO O GUINDASTE TOMBOU ANTES DESSA FASE A INTERCONEXÃO ENTRE FUNÇÕES NÃO É ESTUDADA MAIS EM DETALHE NA INSTANCIAÇÃO DO TOMBAMENTO

Nome da FUNÇÃO	Movimentando a carga

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Movimentando a carga	Nome: Travamento da carga	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento. Precisão: Aceitável. Sem efeito.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.23-2: Interconexão <Movimentando a carga> com <Travamento da carga>

Nome da FUNÇÃO	Movimentando a carga

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Movimentando a carga	Nome: Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	Temporização: No prazo. Sem efeito, possível amortecimento. Precisão: Aceitável. Sem efeito.
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.23-3: Interconexão <Movimentando a carga> com <Nivelamento, aprumamento ou alinhamento da carga sobre base ou suporte>

Nome da FUNÇÃO	Movimentando a carga

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Movimentando a carga	Nome: **Soltando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: No prazo. Possível amortecimento. Precisão: Aceitável. Nenhuma mudança.**
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.23-4: Interconexão <Movimentando a carga> com <Soltando a carga>

Nome da FUNÇÃO	Movimentando a carga

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Movimentando a carga	Nome: **Liberando o guindaste**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	
	Precondição (P)	**Temporização: No prazo. Possível amortecimento. Precisão: Aceitável. Nenhuma mudança.**
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.23-5: Interconexão <Movimentando a carga> com <Liberando o guindaste>

Tabela 8.7-24: Interconexões possíveis para o Output da função <Supervisionando>

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Supervisionando	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uma movimentação de carga ocorra sem percalços é fundamental a presença da Supervisão no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão em uma movimentação de carga provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-1: Interconexão <Supervisionando> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	Supervisionando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Supervisionando	Nome: **Patolamento**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A presença da Supervisão no local também é fundamental na verificação do entorno e das condições mínimas de estabilidade do guindaste para a manobra de içamento; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento, patolamento inclusive. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão para verificar o patolamento provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-2: Interconexão <Supervisionando> com <Patolamento>

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Supervisionando	Nome: **Operações elementares**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que as operações elementares ocorram sem percalços é fundamental a presença da Supervisão no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão durante a execução das operações elementares provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-3: Interconexão <Supervisionando> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Supervisionando	Nome: **Girando a mesa**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que o giro da mesa do guindaste ocorra sem percalços é fundamental a presença da Supervisão no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão durante o giro da mesa do guindaste provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-4: Interconexão <Supervisionando> com <Girando a mesa>

Nome da FUNÇÃO	Supervisionando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Supervisionando	Nome: **Guinchando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uo acionamento do guincho ocorra sem percalços é fundamental a presença da Supervisão no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão durante o acionamento do guincho provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-5: Interconexão <Supervisionando> com <Guinchando>

Nome da FUNÇÃO	Supervisionando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Supervisionando	Nome: **Levantando ou abaixando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uma operação de levantamento/abaixamento de lança ocorra sem percalços é fundamental a presença da Supervisão no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão durante o levantamento/abaixamento da lança provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-6: Interconexão <Supervisionando> com <Levantando ou abaixando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Supervisionando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Supervisionando	Nome: **Abrindo ou fechando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uma operação de abertura/recolhimento de lança telescópica ocorra sem percalços é fundamental a presença da Supervisão no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Supervisão durante a abertura/recolhimento da lança telescópica provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.24-7: Interconexão <Supervisionando> com <Abrindo ou fechando a lança>

Tabela 8.7-25: Interconexões possíveis para o Output da função <Sinalizando>

Nome da FUNÇÃO	**Sinalizando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Sinalizando	Nome: **Movimentando a carga**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uma movimentação de carga ocorra sem percalços é fundamental a presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização em uma movimentação de carga provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-1: Interconexão <Sinalizando> com <Movimentando a carga>

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Sinalizando	Nome: Patolamento	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** A presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local também é fundamental na verificação do entorno e das condições mínimas de estabilidade do guindaste para a manobra de içamento; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento, patolamento inclusive. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização para verificar o patolamento provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-2: Interconexão <Sinalizando> com <Patolamento>

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Sinalizando	Nome: **Operações elementares**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que as operações elementares ocorram sem percalços é fundamental a presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização durante a execução das operações elementares provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-3: Interconexão <Sinalizando> com <Operações elementares>

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Sinalizando	Nome: **Girando a mesa**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que o giro da mesa do guindaste ocorra sem percalços é fundamental a presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização durante o giro da mesa do guindaste provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-4: Interconexão <Sinalizando> com <Girando a mesa>

Nome da FUNÇÃO	Sinalizando

O output (O) da função:	pode sob certas condições ser interconectado a função	
Sinalizando	Nome: **Guinchando**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uo acionamento do guincho ocorra sem percalços é fundamental a presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização durante o acionamento do guincho provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-5: Interconexão <Sinalizando> com <Guinchando>

Nome da FUNÇÃO	**Sinalizando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Sinalizando	Nome: **Levantando ou abaixando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uma operação de levantamento/abaixamento de lança ocorra sem percalços é fundamental a presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização durante o levantamento/abaixamento da lança provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-6: Interconexão <Sinalizando> com <Levantando ou abaixando a lança>

Nome da FUNÇÃO	**Sinalizando**

O output (O) da função:	**pode sob certas condições ser interconectado a função**	
Sinalizando	Nome: **Abrindo ou fechando a lança**	
	como qualquer um dos seguintes (explicar quando e como):	
	Input (I)	
	Tempo (T)	
	Controle (C)	**Temporização: Omissão. "Controle" substituto pode ser encontrado.** Para que uma operação de abertura/recolhimento de lança telescópica ocorra sem percalços é fundamental a presença da equipe de auxiliares de movimentação de carga apoiando na sinalização da manobra no local; sua omissão leva a existência de um "Controle"substituto, à saber uma heurística própria do operador que entendeu que o guindaste estava atendendo as condições mínimas para o içamento. **Precisão: Impreciso. Atrasos, compromissos (trade-offs) em precisão e exatidão.** A falta de Sinalização durante a abertura/recolhimento da lança telescópica provoca atrasos desnecessários ou como no caso da instanciação do tombamento do guindaste um compromisso em precisão e exatidão.
	Precondição (P)	
	Recurso (R)	

Tabela 8.7.25-7: Interconexão <Sinalizando> com <Abrindo ou fechando a lança>

8.8 Anexo H – Dados técnicos do guindaste XCMG QY50K

Main Technical Data for Lifting Operation **Table 3 – 2**

Category	Item			Unit	Parameter
Main Lifting Performance	Max. total rated lifting capacity			t	50
	Min. rated working radius			m	3
	Turning radius at turntable tail			mm	3482
	Max. load moment	Base boom		kN.m	1764
		Fully-extended boom		kN.m	823.2
		Fully-extended boom + Jib		kN.m	492.8
	Outrigger span	Longitudinal		m	5.65
		Lateral		m	6.6
	Hoist height	Base boom		m	10.75
		Fully-extended boom		m	40
		Fully-extended boom + Jib		m	55.8
	Boom length	Base boom		m	10.7
		Fully-extended boom		m	40.1
		Fully-extended boom + Jib		m	55.1
	Jib offset angle			°	0, 15, 30
Working Speed	Elevating time	Boom raising		s	88
		Boom lowering		s	60
	Telescoping time	Fully extended		s	180
		Fully retracted		s	140
	Max. swing speed			r/min	2.0
	Hoisting speed (single line, fourth layer)	Main winch	Full load	m/min	85
			No load	m/min	110
		Auxiliary winch	Full load	m/min	85
			No load	m/min	110
Working speed	Outrigger extending and retracting time	Outrigger beam	Extending Simultaneously	s	30
			Retracting Simultaneously	s	20
		Outrigger jack	Extending Simultaneously	s	35
			Retracting Simultaneously	s	30
	Exterior noise level			dB(A)	≤118
	Noise level at seated position			dB(A)	≤90

Figura 8.8-1: Dados técnicos principais para operações de içamento

Total Rated Lifting Load for Boom — Table 3—3

Working radius (m)	Base boom 10.70m			Mid-extended boom 18.05m			Mid-extended boom 25.40m			Mid-extended boom 32.75m			Fully-extended boom 40.10m		
With 6.6 m of fully-extended outriggers, without front jack, boom over side or over rear; with front jack down, 360° operation of the boom															
	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)
3	50000	69.36	10.75												
3.5	50000	66.44	10.51	31000	77.22	18.37									
4	42500	63.36	10.23	29000	75.60	18.22									
4.5	39500	60.22	9.91	28000	73.98	18.05	20000	79.70	25.70						
5	36000	56.96	9.56	27000	72.36	17.87	19000	78.61	25.57						
5.5	30300	53.50	9.16	24500	70.63	17.67	18500	77.55	25.44						
6	25600	49.88	8.71	23000	68.92	17.45	18200	76.50	25.29	13600	80.0	32.90			
7	19400	41.88	7.59	18900	65.35	16.96	17000	74.20	24.96	13600	79.12	32.65			
8	15200	32.15	6.06	14600	61.59	16.39	15500	71.66	24.58	12500	77.40	32.36	8200	80.0	39.97
9	12100	17.33	3.39	11800	57.72	15.73	12800	69.07	24.16	11500	75.64	32.04	8200	79.32	39.72
10				9500	53.67	14.97	10600	66.41	23.68	10500	73.82	31.69	7600	77.93	39.43
12				6800	44.96	13.05	7700	61.19	22.55	8200	69.93	30.87	6800	75.20	38.78
14				4800	34.43	10.35	5800	55.70	21.17	6200	65.86	29.88	6000	72.33	38.01
16				3400	19.11	5.65	4400	49.81	19.47	4800	61.74	28.72	5000	69.21	37.11
18							3300	43.35	17.35	3800	57.49	27.35	4000	65.91	36.07
20							2500	35.94	14.62	3000	53.07	25.75	3200	62.58	34.89
22							1800	26.85	10.78	2300	48.33	23.87	2600	59.12	33.53
24										1800	43.23	21.62	2100	55.51	31.99
26										1300	37.59	18.87	1600	51.80	30.24
28													1200	47.85	28.22
30													900	43.72	25.88
32													500	39.26	23
Parts of line	12			8			5			4			3		
Telescoping rate of boom section 2nd	0%			100%			100%			100%			100%		
3rd	0%			0%			33%			66%			100%		
4th	0%			0%			33%			66%			100%		
5th	0%			0%			33%			66%			100%		
Min. boom angle	17.33~69.36°			19.11~77.22°			26.85~79.7°			37.59~80.0°			39.26~80.0°		
Weight of hook block	515kg														

Figura 8.8-2: Tabela de capacidade de carga do guindaste (para abertura total das patolas)

Total Rated Lifting Load for Boom — Table 3—4

Working radius (m)	Base boom 10.70m			Mid-extended boom 18.05m			Mid-extended boom 25.40m			Mid-extended boom 32.75m			Fully-extended boom 40.10m		
With 5 m of half-extended outriggers, without front jack, boom over side or over rear; with front jack down, 360° operation of the boom															
	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Boom angle (°)	Lifting height (m)
3	47000	69.36	10.75												
3.5	44000	66.44	10.51	31000	77.22	18.37									
4	39000	63.36	10.23	29000	75.60	18.22									
4.5	32500	60.22	9.91	28000	73.98	18.05	20000	79.70	25.70						
5	25500	56.96	9.56	24700	72.36	17.87	19000	78.61	25.57						
5.5	20800	53.50	9.16	20200	70.63	17.67	18500	77.55	25.44						
6	17200	49.88	8.71	17000	68.92	17.45	17500	76.50	25.29	13600	80.0	32.90			
7	12400	41.88	7.59	12000	65.35	16.96	12800	74.20	24.96	13000	79.12	32.65			
8	9600	32.15	6.06	9200	61.59	16.39	10000	71.66	24.58	10200	77.40	32.36	8200	80.0	39.97
9	7500	17.33	3.39	7200	57.72	15.73	8100	69.07	24.16	8500	75.64	32.04	8200	79.32	39.72
10				5700	53.67	14.97	6600	66.41	23.68	7000	73.82	31.69	7200	77.93	39.43
12				3400	44.96	13.05	4400	61.19	22.55	4800	69.93	30.87	5000	75.20	38.78
14				2200	34.43	10.35	3200	55.70	21.17	3600	65.86	29.88	3800	72.33	38.01
16				1350	19.11	5.65	2300	49.81	19.47	2600	61.74	28.72	2800	69.21	37.11
18							1600	43.35	17.35	1900	57.49	27.35	2200	65.91	36.07
20							1000	35.94	14.62	1400	53.07	25.75	1600	62.58	34.89
22										1000	48.33	23.87	1300	59.12	33.53
24													850	55.51	31.99
Parts of line	12			8			5			4			3		
Telescoping rate of boom section 2nd	0%			100%			100%			100%			100%		
3rd	0%			0%			33%			66%			100%		
4th	0%			0%			33%			66%			100%		
5th	0%			0%			33%			66%			100%		
boom angle	17.33~69.36°			19.11~77.22°			35.94~79.7°			48.33~80.0°			55.51~80.0°		
block	515kg														

Figura 8.8-3: Tabela de capacidade de carga do guindaste (para abertura parcial das patolas)

20 •

Total Rated Lifting Load for Jib — Table 3−5

With 6.6 m of fully-extended outriggers, without front jack, boom over side or over rear; with front jack down, 360° operation of the boom																		
Boom length	40.1m																	
Jib length	8.5m									15m								
Jib offset angle	0°			15°			30°			0°			15°			30°		
Boom angle	Lifting load (kg)	Working radius (m)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Working radius (m)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Working radius (m)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Working radius (m)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Working radius (m)	Lifting height (m)	Lifting load (kg)	Working radius (m)	Lifting height (m)
78°	4000	10.7	50	2700	12.6	49.2	2440	14.1	47.9	2000	12	55.8	1400	15.3	54.5	1100	18.1	52.3
75°	3600	13.2	49.3	2500	15	48.4	2300	16.5	47	2000	14.8	55.1	1200	18	53.6	1000	20.7	51.3
72°	3200	15.7	48.6	2300	17.4	47.6	2200	18.8	46	1800	17.5	54.3	1150	20.6	52.6	990	23.2	50.1
70°	2900	17.3	48	2200	18.9	46.9	2100	20.3	45.3	1700	19.3	53.6	1100	22.4	51.8	950	24.9	49.2
65°	2300	21.2	46.3	1900	22.7	45.1	1900	23.9	43.3	1400	23.7	51.8	950	26.6	49.7	880	28.9	46.8
60°	1800	24.9	44.3	1600	26.3	42.9	1500	27.4	41	1200	27.9	49.5	800	30.6	47.1	830	32.6	44
55°	1000	28.4	42	900	29.7	40.4	850	30.6	38.4	800	31.9	46.9	700	34.3	44.2	600	36.1	40.9
50°	450	31.8	39.3	400	32.9	37.6	350	33.6	35.5									
With 5 m of half-extended outriggers, without front jack, boom over side or over rear; with front jack down, 360° operation of the boom																		
78°	4000	10.7	50	2700	12.6	49.2	2440	14.1	47.9	2000	12	55.8	1400	15.3	54.5	1100	18.1	52.3
75°	3600	13.2	49.3	2500	15	48.4	2300	16.5	47	2000	14.8	55.1	1200	18	53.6	1000	20.7	51.3
72°	2600	15.7	48.6	2300	17.4	47.6	2000	18.8	46	1800	17.5	54.3	1150	20.6	52.6	990	23.2	50.1
70°	2000	17.3	48	1800	18.9	46.9	1600	20.3	45.3	1700	19.3	53.6	1100	22.4	51.8	950	24.9	49.2
65°	1000	21.2	46.3	900	22.7	45.1	800	23.9	43.3	900	23.7	51.8	700	26.6	49.7	600	28.9	46.8
60°	400	24.9	44.3	300	26.3	42.9	300	27.4	41	300	27.9	49.5	200	30.6	47.1	200	32.6	44
Weight of hook block	100 kg (for 4000 kg load)																	

Figura 8.8-4: Tabela de capacidade de carga do guindaste (para lança com jibe e patolas abertas)

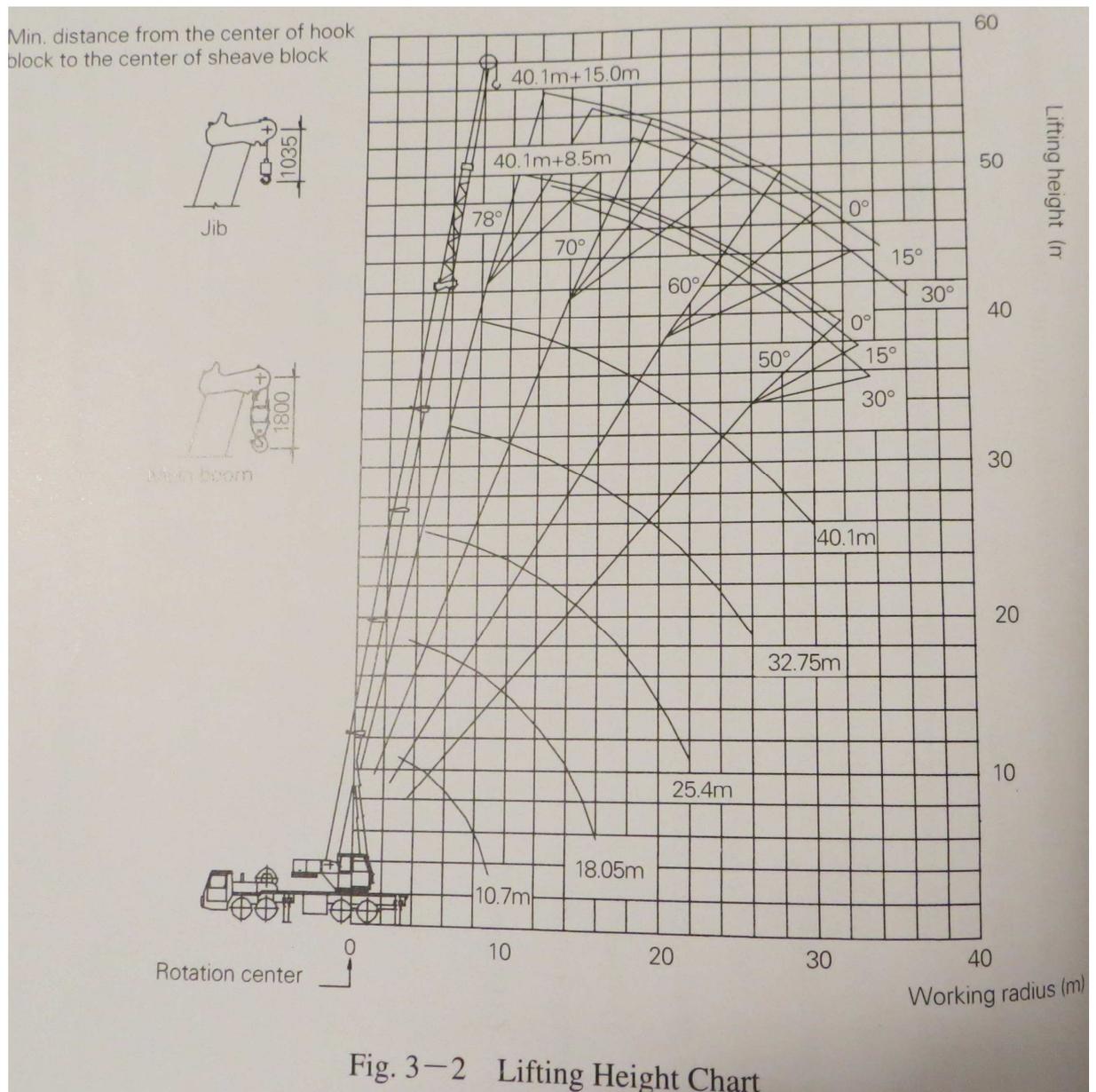



Figura 8.8-5: Gráfico operacional para análise da capacidade do guindaste com relação a seu campo de atuação

Figura 8.8-6: Detalhes do display do dispositivo indicador de momento (LMI) Hirschmann HC4900

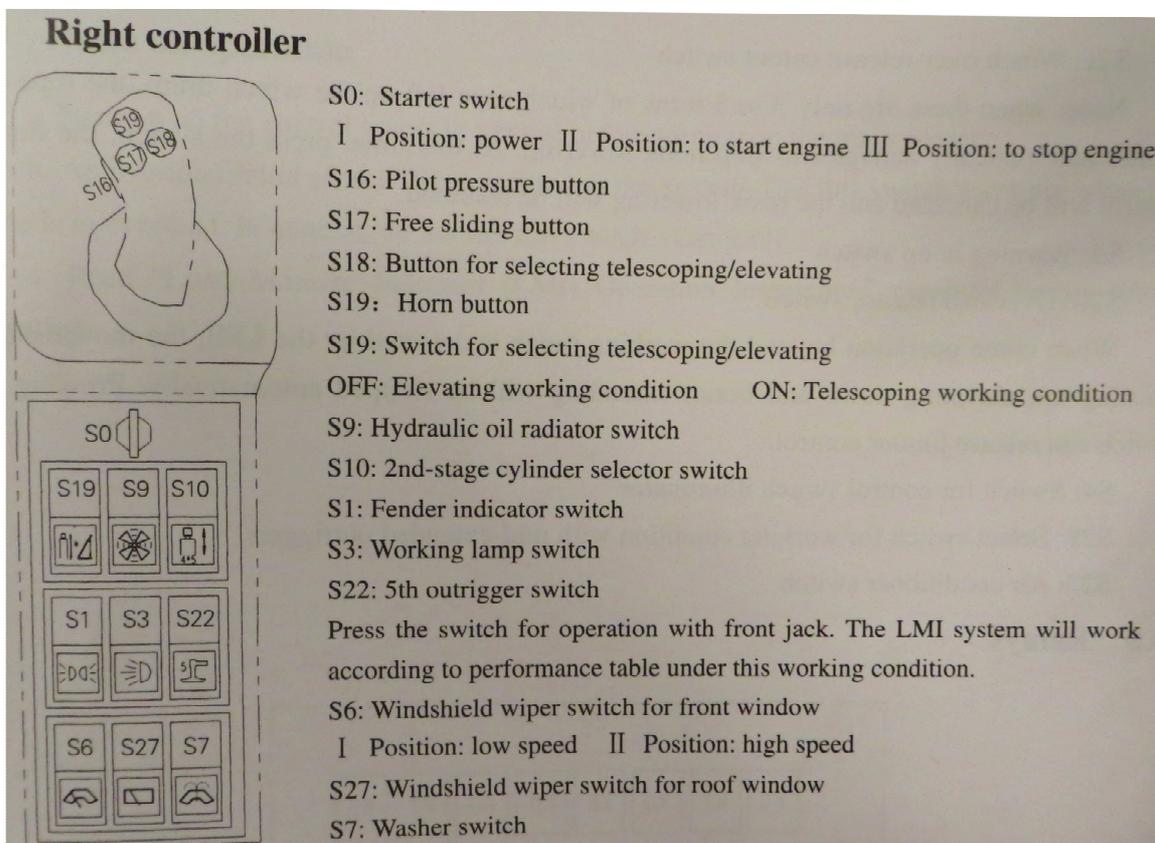



Figura 8.8-7: Joystick direito e teclas associadas

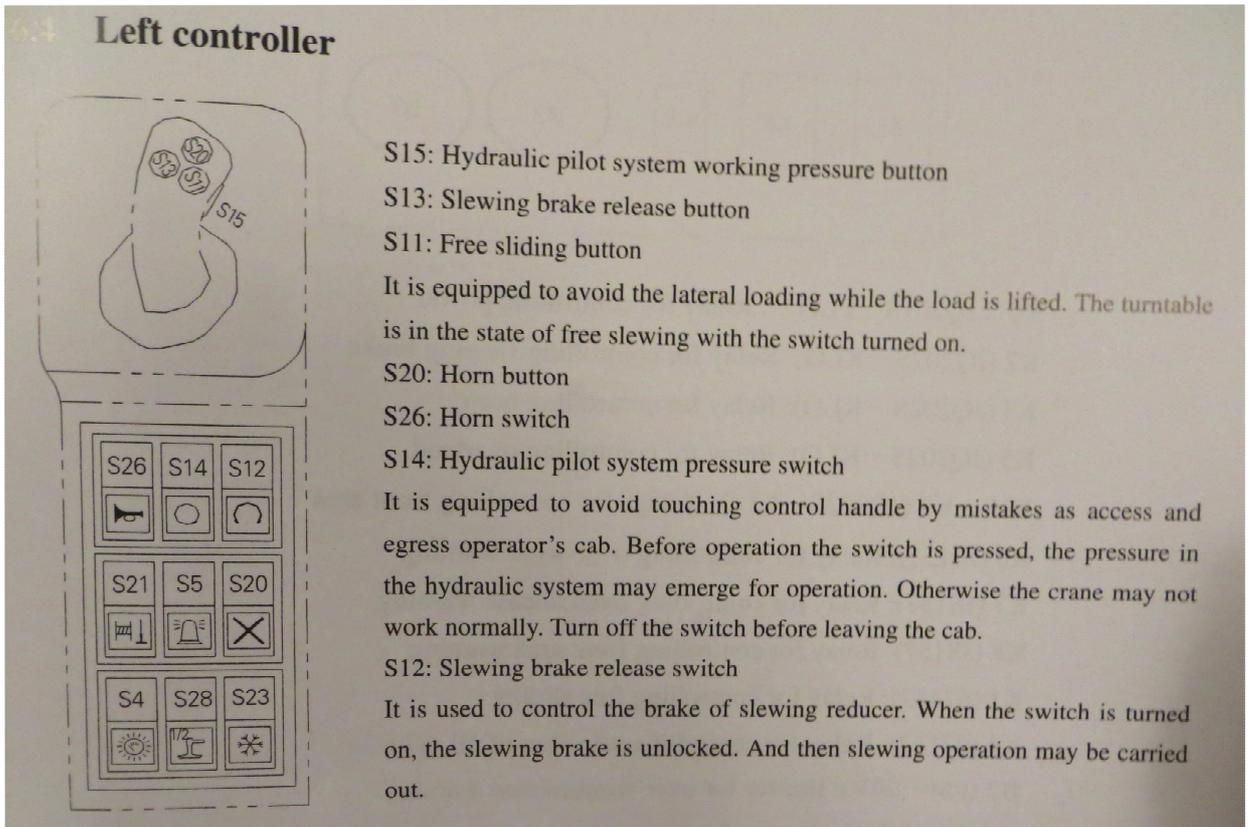



Figura 8.8-8: Joystick esquerdo e teclas associadas